



Conferencia regional sobre la septoriosis del trigo



CONFERENCIA REGIONAL SOBRE LA SEPTORIOSIS DEL TRIGO

*Regional Conference on
the Septoria Diseases of Wheat*

Montevideo, Uruguay
8 al 12 de noviembre de 1987

Man Mohan Kohli y
Leonardus T. van Beuningen
Editores

Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas (IPO)
Wageningen, Países Bajos
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional, sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación. Tiene su sede en México y lleva a cabo programas de investigación a nivel mundial sobre el maíz, el trigo y el triticale, orientado a mejorar la productividad de los recursos agrícolas en los países en desarrollo. El CIMMYT es uno de los 13 centros internacionales sin fines de lucro que realizan investigaciones agrícolas y capacitación con el apoyo del Grupo Consultivo sobre la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, *Consultative Group on International Agricultural Research*), que a su vez cuenta con el patrocinio de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El CGIAR está compuesto por un grupo de 40 donadores, entre los que figuran países, organismos tanto internacionales como regionales y fundaciones privadas.

A través del CGIAR, el CIMMYT recibe fondos para su presupuesto básico de varias fuentes, entre ellas, los organismos de ayuda internacional de Alemania, Australia, Austria, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, España, Estados Unidos de Norteamérica, Filipinas, Finlandia, Francia, India, Irán, Irlanda, Italia, Japón, México, Noruega, Países Bajos, Reino Unido y Suiza, así como la Comisión Económica Europea, la Fundación Ford, el Banco Interamericano de Desarrollo, el PNUD y el Banco Mundial. Asimismo, fuera del CGIAR, el Centro percibe apoyo económico para proyectos especiales de Bélgica, el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional, la Fundación Rockefeller y muchos de los donadores arriba mencionados.

El CIMMYT es el único responsable de esta publicación.

Cita correcta: Kohli, M.M. y L.T. van Beuningen. eds. 1990. Conferencia regional sobre la sepirosis del trigo, México, D.F.: CIMMYT.

ISBN 968-6127-55-0

INDICE

- vi **Agradecimientos**
- vii **Prólogo**, R.A. Fischer, Director del Programa de Trigo del CIMMYT
- 1 **Una perspectiva general de las enfermedades del trigo causadas por *Septoria***, A.R. Klatt y E. Torres, Programa de Trigo del CIMMYT
- 9 **Importancia y distribución de las septoriosis en la Argentina**, J.G. Annone, Protección Vegetal, Estación Experimental Agropecuaria INTA, Pergamino, Argentina
- 15 **Septoriosis del trigo en la zona centro sur de Chile**, M. Mellado, Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile
- 35 **Importancia de *Septoria* sp. en Guatemala y progreso de los trabajos realizados**, V. Azañón L., Instituto de Ciencia y Tecnología, Quetzaltenango, Guatemala
- 42 **Mejoramiento genético de trigos harineros para resistencia a *Septoria tritici* en el área de temporal húmedo en México**, B.L. Gómez L. y R.M. González I., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Pátzcuaro, Michoacán, México
- 58 **Importancia y distribución de la septoriosis en el Paraguay**, L. de Viedma, CRIA/MAG, Capitán Miranda, Paraguay, y H. Delgado, IAN/MAG Caacupé, Paraguay
- 64 **Importancia de *Septoria tritici* en Uruguay y avance en los trabajos realizados**, S. Germán, Proyecto Cultivos, y C. Perea y M. Díaz de Ackermann, Proyecto Protección Vegetal, EELE, CIAAB, MGAP, La Estanzuela, Uruguay
- 80 **Observación de conidios secundarios de *Septoria tritici* Rob ex Desm. por medio de impresiones foliares**, J.G. Annone, Protección Vegetal, Estación Experimental Agropecuaria INTA, Pergamino, Argentina
- 88 **Variación en patogenicidad entre cepas argentinas de *Mycosphaerella graminicola* (anamorfo, *Septoria tritici*)**, C.A. Cordo y H.O. Arriaga, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

- 101 **Especialización fisiológica en cepas argentinas de *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (anamorfo, *Septoria tritici* Rob ex Desm.), A.E. Perello, C.A. Cordo, Universidad Nacional La Plata, y F.J. Babinec, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina**
- 108 **Variabilidad patogénica de *Septoria tritici* Rob ex Desm., M. Díaz de Ackermann, Estación Experimental La Estanzuela, Colonia, Uruguay**
- 120 **Estudios sobre la virulencia de *Septoria tritici* en todo el mundo, G.H.J. Kema y C.H. van Silfhout, Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas (IPO), Wageningen, Países Bajos, y P.F. Arama, Estación de Fitomejoramiento, Njoro, Kenya**
- 127 **Estudio sobre el comportamiento del filtrado de *Mycosphaerella graminicola* (anamorfo *Septoria tritici*), C.A. Cordo, Universidad Nacional La Plata, L.R. Marechal, Instituto de Investigaciones Bioquímicas "Fundación Campomar", y F.J. Babinec, Universidad Nacional Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina**
- 145 **Aspectos relacionados con la biología de *Septoria* sp. que atacan al trigo, Z. Eyal, Universidad de Tel Aviv, Tel Aviv, Israel**
- 149 **Resistencia y protección no específica contra la mancha foliar causada por *Septoria tritici* en el trigo harinero, Z. Eyal, Universidad de Tel Aviv, Tel Aviv, Israel**
- 155 **Evaluación de la resistencia a la septoriosis del trigo en el Brasil, A.M. Prestes, CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, Brasil**
- 158 **Análisis de la metodología utilizada en tres viveros internacionales de trigo para evaluación de resistencia a *Septoria tritici*, L. Gilchrist, CIMMYT, El Batán, México, y M.M. Kohli, CIMMYT, Asunción, Paraguay**
- 182 **Evaluación de germoplasma de trigo del Cono Sur para resistencia a la septoriosis, L.T. van Beuningen y M.M. Kohli, CIMMYT, Asunción Paraguay**
- 199 **Sistemas de alarma temprana para epifitias causadas por *Septoria* en Europa, C.H. van Silfhout, Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas, (IPO), Wageningen, Países Bajos**
- 208 **Efecto de la rotación de cultivos en la ocurrencia de manchas foliares de trigo, A.M. Prestes, CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, Brasil**

- 212 **Control químico de *Septoria tritici*, A. Galich, M.V. de Galich y A. Legasa, Estación Experimental Agropecuaria INTA, Marcos Juárez, Argentina**
- 219 **Evaluación de fungicidas y su eficiencia para el control de *Septoria* sp., N. Neto y N.A. Giordani, CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, RS, Brasil**
- 232 **Importancia de *Septoria tritici* en Chile y progresos en los trabajos realizados, O. Andrade V., Estación Experimental Carillanca/INIA, Temuco, Chile**
- 243 **Control químico contra las especies de *Septoria* que atacan al trigo en Europa, G.H.J. Kema, Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas (IPO), Wageningen, Países Bajos**
- 255 **Participantes en la conferencia regional sobre la septoriosis del trigo**

AGRADECIMIENTOS

Esta conferencia en verdad fue organizada a larga distancia. Reconocemos con agradecimiento la contribución de nuestros anfitriones, el Gobierno de Uruguay y el Centro de Investigación Agropecuaria "Alberto Boerger", así como del Gobierno de los Países Bajos y del Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas (IPO). Agradecemos también la activa participación en la conferencia de los colegas de varios programas nacionales de investigación.

Gracias a la especial labor de los Dres. C. van Silfhout y Z. Fyal, del Ing. Mario Allegri, y de las Ings. Silvia Germán y Martha Díaz de Ackermann, este evento fue llevado a cabo con éxito. También agradecemos la colaboración del personal de la Estación Experimental La Estanzuela, la cual nos resultó indispensable.

La paciencia y el trabajo que realizó Alma McNab al editar esta memoria merece una mención especial, así como la labor de Gene Hettel y otros miembros del personal de los Servicios de Información del CIMMYT, que ayudaron a diseñar y producir este documento en su forma actual. Nuestra más sincera apreciación por su esfuerzo.

M.M. Kohli
L.T. van Beuningen

PROLOGO

La septoriosis o tizón foliar causado por *Septoria tritici* (forma sexual *Mycosphaerella graminicola*), fue reconocida como una enfermedad importante en trigo a fines de 1960 y principios de 1970. Es una de las enfermedades estrechamente relacionada a ambientes con alto nivel de pluviometría y se le considera en dichas áreas como un factor limitante de los rendimientos. Regiones de países en desarrollo como Norteamérica y el Cono Sur en Sud América; Este y Norte de África y la Península Ibérica tienen esta enfermedad en forma endémica.

Los programas nacionales de las regiones antes mencionadas y CIMMYT, han reconocido su importancia y han dirigido sus esfuerzos en un gran porcentaje a identificar fuentes de resistencia y a generar germoplasma avanzado semienano con alto potencial de rendimiento donde se ha incorporado un nivel de resistencia aceptable.

Si bien es cierto que a la fecha se han logrado avances considerables y se cuenta con material genético con un nivel de resistencia deseable, muy poco se sabe sobre la base de resistencia en el hospedante y la variación en la población del patógeno en las áreas antes señaladas.

El programa de trabajo cooperativo impulsado por CIMMYT, México; IPO, Holanda y la Universidad de Tel Aviv Israel, ha permitido este encuentro entre los investigadores de los programas nacionales del Cono Sur.

El resultado de esta fructífera discusión permitirá planificar y fijar prioridades de investigación en el futuro con respecto a esta importante enfermedad.

R.A. Fischer
Director del
Programa de Trigo
CIMMYT

UNA PERSPECTIVA GENERAL DE LAS ENFERMEDADES DEL TRIGO CAUSADAS POR *SEPTORIA*

A.R. Klatt y E. Torres
Programa de Trigo, CIMMYT
El Batán, México

Resumen

Entre más de mil especies que pertenecen al género Septoria, Septoria tritici y Septoria nodorum son las que más comúnmente se asocian con el trigo. El tizón foliar provocado por Septoria tritici es el de mayor distribución en el mundo en desarrollo, y por tanto el CIMMYT le ha dedicado mayor atención.

En 1982, las pérdidas a nivel mundial causadas por estas dos especies del género Septoria se estimaron en 9 millones de toneladas métricas, con un valor superior a mil millones de dólares estadounidenses. En ensayos efectuados sobre el control con fungicidas, ambas enfermedades fueron capaces de reducir los rendimientos entre el 30 y el 40%. Además de las pérdidas de producción, las enfermedades pueden ocasionar arrugamiento marcado de los granos, reduciendo así la calidad de molienda.

El Programa de Trigo del CIMMYT ha utilizado germoplasma resistente proveniente de las regiones del Norte de Africa y el Cono Sur para crear materiales de alto rendimiento resistentes al tizón foliar. En el futuro cercano se espera mejorar la resistencia al tizón de la gluma provocado por Septoria nodorum. El germoplasma resistente es distribuido en todo el mundo mediante el vivero de Septoria ISEPTON.

Además de la generación de germoplasma resistente que requiere de la colaboración internacional, para lograr un control eficaz se necesitarán varias medidas de control integrado, incluyendo la resistencia parcial, las prácticas de cultivo y el control químico.

Introducción

Es para mí un placer participar en esta Conferencia Regional sobre las Enfermedades del Trigo causadas por *Septoria*, que tiene como enfoque principal los problemas del Cono Sur. Antes de comenzar mi ponencia, quisiera agradecer al Gobierno de los Países Bajos el apoyo financiero que brinda a este evento y que nos ha permitido hacer hincapié en una limitación tan importante para la producción de trigo en esta región. Asimismo, deseo hacer mención especial de los organizadores del taller, quienes han programado una serie de excelentes ponencias que nos darán una perspectiva más amplia de los problemas que estas enfermedades provocan en esta parte del mundo. Sin duda nos proporcionarán nueva información aplicable a muchas otras zonas del mundo donde dichas enfermedades son un problema.

Dos enfermedades distintas

El género *Septoria* abarca más de mil especies de hongos, la mayoría de los cuales son parásitos de las plantas.

Como casi todo el mundo sabe, el término "enfermedades del trigo causadas por *Septoria*", por lo general se refiere a las enfermedades provocadas por *Septoria nodorum* y *Septoria tritici*.

Septoria nodorum provoca la enfermedad comúnmente conocida como tizón o mancha de la gluma. *Septoria tritici* quizá sea la especie del género *Septoria* que más afecta al trigo; es causante de la enfermedad conocida como tizón o mancha foliar.

No voy a profundizar en estas dos septoriosis debido a que habrá otras ponencias que las tratarán en detalle.

No obstante, quisiera señalar que en el CIMMYT, el tizón foliar ha ocupado la mayor parte de nuestra atención, ya que es la septoriosis más difundida en todo el mundo en desarrollo. Esto no implica que el tizón de la gluma no exista en los países en desarrollo, sino que su importancia es menor, en comparación con el tizón foliar.

Distribución

Estas dos enfermedades están distribuidas en regiones geográficas muy distintas del mundo, aunque hay lugares donde se dan las dos.

El tizón de la gluma provocada por *S. nodorum* es una enfermedad grave, sobre todo en el Reino Unido y ciertas partes del norte de Europa. Además, se sabe que provoca pérdidas en Brasil, en especial en el estado de Río Grande do Sul, y, en ciertos años, en Paraguay y Uruguay. En contraste, el tizón foliar provocado por *S. tritici* suele encontrarse en el norte de África y el Medio Oriente, y además es la principal enfermedad causada por *Septoria* en el este de África, sobre todo en Etiopía, en Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos. En el Cono Sur, el tizón foliar predomina en Argentina y Uruguay, y también es frecuente en Brasil y Paraguay, así como en la costa de Chile. Como se observa en el mapa, las dos enfermedades se presentan juntas en muchos lugares.

Importancia económica para el productor de trigo

Ambas enfermedades pueden provocar pérdidas graves de rendimiento. En 1982, las pérdidas a nivel mundial se estimaron en 9 millones de toneladas métricas, con un valor de más de mil millones de dólares. A nivel de países, las pocas estimaciones disponibles de las pérdidas van desde el 1 al 7% anual. Ambas enfermedades son capaces de reducir los rendimientos desde el 31 al 53% (estos datos se obtuvieron de comparaciones realizadas bajo control con fungicida). Las septoriosis causan defoliación intensa, la cual repercute en daños a dos componentes del rendimiento: número y peso del grano. En

epifitias severas, las variedades susceptibles producen menor cantidad de granos por espiga. Igualmente se producen semillas chupadas con un peso de mil granos muy reducido -a menudo el grano no es adecuado para la molienda.

Epidemiología

Estas dos septoriosis son por naturaleza endémicas y su aparición es cíclica, según las condiciones climáticas. El rastrojo infectado de trigo que permanece sobre el suelo puede ser fuente de inóculo, aunque éste también puede provenir de gramíneas silvestres.

Si tomamos *S. tritici* como ejemplo, los primeros síntomas de infección en las hojas de trigo se expresan en lesiones cloróticas rectangulares que por lo general se presentan de 5 a 6 días después de la inoculación. No obstante, el desarrollo de los síntomas depende mucho de la variedad y de las condiciones ambientales existentes durante el proceso de infección.

De tres a cinco días después, a temperaturas entre 18° y 24°C y una humedad relativa elevada, se desarrollan lesiones necróticas en las áreas cloróticas.

En general, las epifitias de *Septoria* son provocadas por una combinación de condiciones climáticas favorables (normalmente caracterizadas por temperaturas moderadas y periodos prolongados de lluvia ligera), determinadas prácticas de cultivo, disponibilidad del inóculo y presencia de variedades susceptibles. Las lluvias frecuentes y las temperaturas moderadas son típicas de los climas mediterráneos, como en el norte de Africa y el Medio Oriente, y de ciertas zonas de América del Sur, en especial Brasil, Uruguay y partes de Argentina.

El agua libre de la lluvia facilita el proceso de infección y las salpicaduras de las gotas de lluvia sirven como mecanismo de dispersión para el organismo patógeno.

En general, las prácticas de cero labranza o labranza mínima tienden a aumentar los niveles de la infección con *Septoria* debido a que el rastrojo permanece sobre el suelo y funciona como reserva de inóculo.

También se ha observado que las variedades altas tienden a ser menos afectadas por las septoriosis que las más cortas o semienanas. En general, esto se debe a una resistencia morfológica como resultado de la distancia entre las hojas -por tanto, el aumentar esta distancia tiende a dificultar el avance ascendente del patógeno mediante las salpicaduras de las gotas de lluvia. En los trigos semienanos, las hojas se encuentran más cercanas unas de otras y el follaje suele ser más denso, lo cual resulta en una propagación ascendente más fácil y rápida y un microambiente más húmedo.

En epifitias graves, las diferencias en arquitectura y en altura de las plantas entre las variedades susceptibles y las resistentes no tienen importancia para el avance del patógeno. Sin embargo, en epifitias ligeras o moderadas, las partes superiores de las plantas de las variedades, semienanas son más accesibles que las de las variedades altas, puesto que se encuentran más cercanas a las fuentes de inóculo. En regiones productoras de trigo donde los

patógenos del género *Septoria* son un peligro potencial, la estructura de la planta, en especial la ubicación de las hojas, debe tomarse en cuenta al liberar variedades nuevas.

Las primeras experiencias con *Septoria* en el CIMMYT

La primera vez que en el CIMMYT se enfrentaron las septoriosis como un grupo de enfermedades importantes del trigo y como determinantes de la producción de este grano fue a principios de los 70 -poco después de la introducción de los trigos mexicanos en las regiones del norte de Africa y Medio Oriente. Brotes severos de *S. tritici* en las zonas costeras de Turquía y en el norte de Africa -incluidos Túnez, Argelia y Marruecos- demostraron en forma espectacular el potencial de estas enfermedades para reducir los rendimientos.

Una combinación de factores provocó estas reducciones en rendimiento, pero las condiciones climáticas favorables y variedades muy susceptibles fueron los dos elementos más importantes. Esta experiencia condujo a un resultado favorable, pues forzó a los programas de mejoramiento del CIMMYT a poner mayor énfasis en la incorporación de la resistencia a *Septoria* al germoplasma desarrollado por el CIMMYT.

Los primeros esfuerzos tuvieron un éxito muy limitado, pero para el comienzo de los 80, se había desarrollado un grupo de materiales con niveles razonables de resistencia, con alto potencial de rendimiento, con adaptación amplia y con resistencia a otras enfermedades.

Esto se logró no sólo con materiales provenientes del norte de Africa y el Medio Oriente, sino también con materiales de Brasil, Argentina y Uruguay, ya que los programas de selección permitieron la identificación de buenos niveles de resistencia en germoplasma de estos países.

Los trigos de invierno que se han usado en el programa de cruza invierno x primavera también han contribuido en forma significativa a mejorar la resistencia a *Septoria*, sobre todo las líneas que poseen la translocación 1B/1R.

Hoy día, la mayor parte de nuestro avance se ha logrado con la resistencia a *S. tritici*; sin embargo, estamos convencidos de que en el futuro podremos obtener mejores niveles de resistencia y también esperamos mejorar la resistencia a *S. nodorum*.

Los principales esfuerzos de mejoramiento

Puesto que la mayoría de las variedades de trigo de alto rendimiento que se cultivan en la actualidad son susceptibles a las enfermedades causadas por *Septoria*, a continuación se describen algunos trabajos sobre el mejoramiento de la resistencia que se llevan a cabo actualmente en el CIMMYT. Asimismo, se hará un breve recuento de lo que podemos esperar en el futuro.

Fuentes de resistencia. Como se ha afirmado arriba, existe germoplasma del CIMMYT que posee niveles adecuados de resistencia a *Septoria* y también alto potencial de rendimiento, adaptación amplia y resistencia a las otras enfermedades importantes. Estas fuentes de resistencia consisten en su mayor parte en materiales provenientes de Brasil; buena parte de dicha resistencia ha sido incorporada en los últimos 14 años mediante el programa de mejoramiento alternado entre Brasil y el CIMMYT, cuyo propósito es el de crear trigo con mejores niveles de tolerancia a la toxicidad por aluminio en el suelo.

Es bien sabido que los trigos 1B/1R, derivados de los trigos de invierno rusos, poseen niveles razonablemente buenos de resistencia a las septoriosis, en especial, algunas líneas seleccionadas de las cruzas Bobwhite y Sunbird. Otra cruz que al parecer promete mucho es Bagula.

Muchas de estas fuentes de resistencia han sido identificadas mediante el Vivero Internacional de Observación de *Septoria*, o ISEPTON, como se conoce comúnmente. Este vivero se ha distribuido mundialmente durante más de 15 años y ha sido de gran ayuda en la identificación de fuentes de resistencia, no sólo como progenitores, sino también, en años recientes, como líneas sobresalientes que combinan la resistencia a *Septoria* con otras características necesarias. Gran parte del crédito por este esfuerzo la merecen los colaboradores del CIMMYT en todo el mundo, que ayudaron a evaluar este germoplasma.

Hay indicios preliminares de que muchos de los trigos chinos poseen un alto nivel de resistencia a *Septoria*. Esto se ha comprobado mediante trabajos de cruzamiento con los materiales chinos, sobre todo para transferir la resistencia a la fusariosis de la espiga al germoplasma mexicano. Los genes de estos materiales chinos pueden aportar variabilidad nueva a la resistencia a *Septoria*. No obstante, serán necesarios varios años para comprobar si esto es cierto o no. Sea como sea, algunos trigos chinos poseen niveles extraordinariamente altos de resistencia a las septoriosis que se pueden combinar con otras características favorables tales como la precocidad y la resistencia a la fusariosis; esto será muy útil en muchas regiones del mundo en desarrollo.

Sitios de selección en México. En México, actualmente se utilizan los sitios experimentales en Toluca y Patzcuaro para seleccionar materiales resistentes a *Septoria*. Toluca, en el estado de México, es ideal para efectuar este tipo de selección, debido a las condiciones lluviosas que existen ahí. En Patzcuaro, más hacia el oeste en la Meseta Central, hay un alto nivel de infección natural con los patógenos del género *Septoria*. En estos dos sitios se identifican materiales para incluirlos en el ISEPTON.

Nuevos proyectos. En cuanto al futuro, un nuevo proyecto se ha iniciado entre los Países Bajos, Israel y el CIMMYT, para transferir mejores fuentes de resistencia a los trigos semienanos de tipo mexicano. En esta conferencia se tratarán varios temas relacionados con *Septoria*. Se prevee que esta labor llevará a la identificación de nuevas fuentes de resistencia y al desarrollo de líneas avanzadas con niveles adecuados de resistencia a *Septoria* que se podrán usar en los programas nacionales.

Asimismo, en un futuro cercano se espera formalizar un programa de mejoramiento alternado con Etiopía, con el fin de facilitar la selección de materiales resistentes bajo niveles extremos de tizón foliar causado por *S. tritici*. Holetta, un sitio experimental bastante cerca de Addis Ababa, será el sitio principal para el mejoramiento alternado. También continuará la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia en los trigos de invierno con la esperanza de que este procedimiento produzca resultados complementarios.

Como ya se mencionó, se seguirán usando materiales de Brasil, Uruguay y Argentina para mejorar aún más el nivel de resistencia. Y pronto se cosecharán los beneficios aportados por los materiales chinos.

Medidas de control integradas. Si bien se podría aconsejar el uso de variedades resistentes para controlar las epifitias de *Septoria*, esto aún no es posible con los niveles de resistencia actuales.

Por tanto, para lograr un control eficaz será necesario integrar algunas de las medidas de control ya existentes, entre ellas, la resistencia parcial, las prácticas de cultivo y el control químico.

Se ha demostrado que las prácticas de cultivo son muy importantes para reducir la intensidad de los ataques de *Septoria*. Como ya se mencionó, los residuos de trigo que permanecen sobre el suelo tienden a aumentar la cantidad de inóculo disponible para iniciar las infecciones.

Por consiguiente, la incorporación del rastrojo reducirá la cantidad de inóculo disponible. Se necesitará investigación agronómica complementaria para compensar los efectos de este tipo de barbecho (en el que se elimina el rastrojo) sobre otros problemas, como la erosión.

Existen también algunos fungicidas que se pueden utilizar para combatir químicamente las septoriosis. Entre ellos figuran varios agentes protectores foliares, como Mancozeb, Maneb y Captafol; agentes sistémicos como Benomyl, Procloraz, Propiconazol y Triadimefon; y tratamientos de la semilla como Triadimenol, Thiabendazol y Nuarimol.

Si nuestros esfuerzos combinados tienen éxito, quizá sea posible en los próximos 5 o 10 años recomendar variedades que posean un nivel suficiente de resistencia como para evitar que se produzcan pérdidas de rendimiento. Estoy seguro que ese es el objetivo final de todos nosotros y deseo que cada uno de ustedes tenga éxito en lograrlo.

Se requiere un esfuerzo a nivel internacional

Estoy convencido de que para lograr estos objetivos, tendremos que hacer un esfuerzo a nivel internacional en el que participen científicos de regiones donde prevalecen las enfermedades provocadas por *Septoria*. El CIMMYT está dispuesto a colaborar en este esfuerzo mediante el desarrollo de germoplasma que se pueda usar en los programas nacionales. Espero que también sea posible incorporar la resistencia a las septoriosis en todo el complejo germoplásmico del CIMMYT, un objetivo que fracasó a principios de

los 80, pero que quizá se logre dentro de los próximos 10 a 15 años mediante un programa de cooperación internacional que nos ayude a identificar nuevas y mejores fuentes de resistencia.

Como parte del esfuerzo internacional para combatir las septoriosis, me complace en anunciar una publicación reciente del CIMMYT, en inglés y en español, intitulada *Enfermedades del trigo causadas por Septoria: Conceptos y métodos relacionados con el manejo de estas enfermedades*. Los autores son Zahir Eyal, A.L. Scharen, J. Michael Prescott y Maarten van Ginkel. Este manual resume los informes científicos más pertinentes sobre el manejo de los dos patógenos del género *Septoria* que acabo de describir. Los autores han traducido los datos de la investigación en conceptos y procedimientos. La información contenida en esta obra se dirige sobre todo a los científicos especialistas en el trigo, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, que no estén familiarizados con dichas enfermedades.

En los próximos cuatro días, escucharán ponencias presentadas por personas de cada uno de los países del Cono Sur, quienes señalaran la importancia de las enfermedades provocadas por *Septoria* en sus respectivos países o regiones.

Además, se presentarán trabajos sobre la taxonomía de los organismos, sus características epidemiológicas y las medidas para combatirlos. Espero que los ponentes también nos proporcionen información sobre las pérdidas que causan estos organismos patógenos en sus respectivos países. Sus trabajos no sólo nos darán una mejor perspectiva de los organismos en cuestión, sino que también nos ayudarán a establecer las prioridades para resolver los problemas que provocan.

Para concluir, quiero decirles una vez más que es para mí un privilegio haberles presentado esta ponencia y que les deseo el mayor de los éxitos en este taller. Todos compartimos la esperanza de que las ideas que se intercambien aquí resulten en un mejor entendimiento entre los individuos y ayuden a forjar un esfuerzo internacional unido, con el fin de combatir las enfermedades del trigo provocadas por *Septoria*.

Abstract

Of more than 1000 species composing the genus Septoria, Septoria tritici and Septoria nodorum are the ones most commonly associated with wheat. Septoria tritici blotch, most widely spread throughout the developing world, has commanded most of the attention of CIMMYT.

In 1982, worldwide losses caused by these two septoria species in wheat were estimated to be 9 million metric tons, with a value of over US\$1 billion. In fungicide control experiments, both diseases are capable of reducing yields between 30 and 40%. Besides loss of production, the diseases cause serious shrivelling of grains, thereby reducing milling quality.

CIMMYT's Wheat Program has been utilizing resistant germplasm from the North Africa and Southern Cone regions to develop high yielding disease resistant materials for septoria tritici blotch. Improved resistance to septoria nodorum blotch is expected in the near future. Such resistant germplasm is distributed worldwide through the septoria nursery ISEPTON.

Besides development of resistant germplasm requiring international collaboration, effective control will necessitate the utilization of various integrated control measures, including partial resistance, cultural practices, and chemical control.

IMPORTANCIA Y DISTRIBUCION DE LAS SEPTORIOSIS EN LA ARGENTINA

J.G. Annone

Protección Vegetal, Estación Experimental Agropecuaria INTA
Pergamino, Argentina

Resumen

La septoriosis de trigo causada por Septoria tritici y/o Septoria nodorum provoca daños de consideración en la pampa húmeda y sub-húmeda de Argentina. Las epifitias de principios de la década del sesenta causaron pérdidas entre 33 y 90% en las provincias de Buenos Aires y Santa Fé. La epifitia más reciente, 1985/86, fue caracterizada por frecuentes y abundantes lluvias durante la primavera y una gran parte de la región triguera del país fue afectada por la septoriosis.

La importancia de la septoriosis en diferentes regiones trigueras está discutida en detalles y la información sobre resistencia de nuevas variedades y control químico también está mencionada.

Introducción

Las septoriosis del trigo en la Argentina cobran importancia a partir del año 1939 durante el cual se registraron severos ataques de *Septoria tritici* y *Septoria nodorum*. La epifitia de la campaña agrícola 1939/40 afectó principalmente el norte de la región triguera (norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y este de Córdoba) causando daños de consideración.

Bruni y Godoy señalan que el desarrollo de la mancha de la hoja (*S. tritici*) y la de la gluma (*S. nodorum*) fue considerable durante las campañas agrícolas 1943/44, 1944/45, 1946/47, 1948/49 y 1956/57.

En registros epifitiológicos de cultivos de trigo, conducidos por miembros del Instituto de Fitotecnia del Centro de Investigaciones en Ciencias Agronómicas del INTA, desde 1949 a 1960, pudo determinarse que las regiones más afectadas por *Septoria nodorum* fueron el sur y norte de la provincia de Santa Fé, norte de Buenos Aires y este de Córdoba.

En relevamientos sanitarios conducidos en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe durante los años 1960-62, el 40%, 33% y 90% de los cultivos, respectivamente, resultaron afectados por *S. tritici* con niveles de severidad del 15 al 35%. El desarrollo evidenciado por la mancha de la gluma durante el mismo periodo fue diferente. En 1960, el 52% de los cultivos relevados estaban afectados con una severidad media del 18% en tanto que durante 1961 y 1962 los ataques fueron leves.

A partir de comienzos de la década del 70, con la incorporación de germoplasma de alto rendimiento, se intensifican la difusión y los niveles de severidad de la mancha de la hoja. En los ensayos territoriales de resistencia

a enfermedades en trigo, conducido por el Depto. de Genética del Centro de Investigaciones en Ciencias Agronómicas del INTA, en la región cerealera argentina se destacan el pronunciado incremento de los niveles de severidad de la mancha de la hoja a partir de la campaña agrícola 1971/72. En los informes de esos ensayos, correspondientes a 1972, 1973, 1974, 1975 y 1976 se puntualiza la marcada susceptibilidad a *S. tritici* demostrada por las líneas inéditas y las variedades de inscripción provisoria.

A. Galich y colaboradores, en un análisis de las causas que provocaron mermas en la cosecha de trigo de 1977 en la subregión ecológica II Norte, destacan la difusión alcanzada por la mancha de la hoja, aunque con bajos niveles de severidad.

La presencia de *S. tritici* y *S. nodorum* es observada en esa zona durante 1983 con porcentajes de severidad del 44 y 5%, respectivamente.

La campaña agrícola de 1985/86 fue caracterizada por las frecuentes y abundantes lluvias durante la primavera, lo cual favoreció el desarrollo generalizado de enfermedades, en particular septoriosis en gran parte de la región triguera. En esa campaña pudieron observarse gran número de lotes de trigo del sur de la provincia de Santa Fé y este de Córdoba con síntomas de mancha de la hoja que alcanzaban las hojas bandera.

En 1986, la mancha de la hoja alcanzó nuevamente amplia difusión. Numerosos cultivos del norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fé y este de Córdoba fueron afectados de tal modo que los síntomas cubrían gran parte del área foliar en muchos casos.

La mancha de la hoja es en la actualidad la más difundida y frecuente de las septoriosis en Argentina. La mancha de la gluma, por el contrario sólo se presenta en forma esporádica, principalmente en aquellos años en que los cultivos han sido afectados por adversidades climáticas (temperaturas extremas y abundantes lluvias).

Efecto de *Septoria tritici* sobre los rendimientos

La información referida al efecto del patógeno sobre el cultivo de trigo en nuestro país es escasa. En 1977, Annone y colaboradores estimaron el efecto detrimental de *S. tritici* sobre dos variedades de trigo, una de germoplasma tradicional y otra de germoplasma de alto rendimiento, mediante el empleo de inoculaciones artificiales en dos estados de crecimiento diferentes. Los resultados indicaron que con niveles de severidad del 40% en hoja bandera el peso de los granos era reducido en 7 al 8% en inoculaciones efectuadas en estado de 1º nudo visible (estado 6 de la escala de Feekes) y en un 5% en plantas inoculadas en el estado de espiga embuchada (estado 10 de la escala de Feekes).

Por su parte, A. Galich y colaboradores, trabajando bajo condiciones de infección natural y con tratamientos preventivos con fungicidas específicos sobre roya de la hoja y roya de la hoja + mancha de la hoja lograron cuantificar el efecto de *S. tritici* sobre los rendimientos y peso de grano en el año 1985. Las pérdidas estimadas para un grupo de cultivares de ciclo intermedio oscilaron entre el 20 y 30%, aunque uno de ellos (Chaqueño INTA,

altamente susceptible), mostró mermas del orden del 60%. Comparativamente, el efecto sobre un grupo de cultivares de ciclo corto fue menor, 13 al 17%.

Áreas productoras más afectadas por *Septoria tritici*

La región triguera argentina se inserta en las provincias de Buenos Aires, Santa Fé, Córdoba, La Pampa y Entre Ríos, con una extensión de 1000 km en sentido sur-norte y de 600 km de este a oeste. Esta amplia zona comprende dos áreas, una húmeda al este (precipitación media mensual de 80 mm) y otra semiárida al oeste (600 mm de precipitación anual). Dentro de ellas se han definido cinco subregiones ecológicas (ver el mapa).

Si bien las septoriosis del trigo pueden presentarse a lo largo de toda la región triguera es en las subregiones II Norte, II Sur, III y IV donde el desarrollo de la mancha de la hoja se produce con mayor frecuencia e intensidad. Las subregiones ecológicas mencionadas se caracterizan por las siguientes condiciones climáticas:

Subregión II Norte: Ocupa el norte de la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fé, y este de Córdoba. El clima que la caracteriza es templado semihúmedo con modalidad continental. En la parte sur la temperatura y humedad en otoño, invierno y principios de primavera son favorables para el cultivo en tanto que hacia el oeste el ambiente es más seco y fresco, pudiendo llegar a producirse heladas que llegan a dañar al cultivo en estado de pasto, encañado o espigazón. En general, las áreas de Buenos Aires y Santa Fé son más beneficiadas por la lluvia que la de Córdoba.

Subregión II Sur: Está ubicada en el centro-norte de la provincia de Buenos Aires, con una temperatura media anual de 16°C una precipitación media que oscila entre 800 y 1000 mm disminuyendo de noreste a sudoeste. Las lluvias son frecuentes en primavera y verano y el invierno es moderado. Esta subregión sufre poco las sequías pero las heladas tardías son frecuentes. Debido a las condiciones de alta humedad relativa que caracterizan a esta subregión, el desarrollo de enfermedades, en particular foliares es frecuente.

Subregión III: El clima de esta región puede definirse como templado-cálido, con una temperatura media anual de 18-20 °C. Las lluvias (800 a 1000 mm anuales) aumentan de sur a norte y de oeste a este concentrándose en el otoño. Los meses de más baja precipitación son julio y agosto y las primaveras son lluviosas (altamente predisponentes al desarrollo de enfermedades).

Subregión IV: El clima es templado. Los inviernos son fríos pero no rigurosos (temperatura media de julio de 7-9 °C). La precipitación media anual oscila entre 700 a 850 mm con una distribución mensual regular. En la franja costera, atemperada por la influencia del mar, la amplitud térmica es menor y la humedad del ambiente es mayor. Las temperaturas moderadas y la alta humedad relativa durante todo el ciclo del cultivo determinan que las enfermedades foliares como la mancha de la hoja están ampliamente difundidas y sean de frecuente ocurrencia.

Comportamiento a *Septoria tritici* de cultivares de trigo difundidos en la región triguera argentina

La mayoría de los cultivares empleados en Argentina son mediana a altamente susceptibles a la septoriosis. Sólo unos pocos, aunque no en forma consistente, muestran porcentajes de severidad bajos, compatibles con un nivel de producción aceptable.

A fin de ilustrar la reacción de los cultivares más difundidos, se describe su comportamiento cualitativamente, basándose en observaciones de campo bajo condiciones de infección natural en parcelas experimentales y lotes de producción.

Cultivares	Ciclo	Comportamiento a <i>S. tritici</i>
Buck Pucará	Intermedio	Regular a bueno
Buck Ñandú	Intermedio	Bueno
Chasicó INTA	Intermedio	Bueno
Las Rosas INTA	Intermedio	Bueno
Victoria INTA	Semiprecoz	Regular a bueno
Buck Pangaré	Semiprecoz	Regular
Retacón INTA	Semiprecoz	Bueno
Klein Atalaya	Semiprecoz	Regular a bueno
Norkin Lider	Semiprecoz	Bueno
Marcos Juárez INTA	Precoz	Regular a bueno
Klein Chamaco	Precoz	Regular
Leones INTA	Precoz	Regular a bueno
Pampa INTA	Precoz	Regular a bueno
Buck Ombú	Precoz	Regular a bueno

Noviembre de 1987

Bibliografía

- Annone, J., Sarasola de, M.A.R., y C. Fortugno. 1978. Efecto de *Septoria tritici* Rob. ex Desm. sobre el peso del grano de dos variedades de trigo. In: Resúmenes de las III Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Miguel de Tucumán.
- Annone, J. 1987. Panorama sanitario del cultivo de trigo, Campaña 1986/87. Carpeta de Producción Vegetal. Trigo. Tomo VIII, Inf.Nº 102, EEA Pergamino, INTA.
- Antonelli, E. 1983. Principios patógenos que afectan la producción de trigo en la Argentina. In: Simposio sobre fitomejoramiento y producción de cereales. INTA-CIMMYT-OSU y USAID. Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. Special Report Arg. Exp. Sta. and Crop Sci. Dept. Oregon State University. 728 p.
- Argentina 1981. Int. Nacional de Tecnología Agropecuaria. El cultivo del trigo. 185p.
- Bruni, O. 1963. Tres años de registro epifitiológico en el sur de Santa Fé y norte de Buenos Aires. Publ. Técnica Nº 36 EERA Pergamino, INTA.
- Bruni, O. y E. Godoy. 1967. Las enfermedades del trigo y la producción. IDIA Nº 233-35:181-188.
- Galich, A., Galich, M.T.V. de, Nisi, J., Churin, R. y J. Salines. 1978. Causas de la merma de cosecha de trigo en la subregión ecológica II Norte-Año agrícola 1977/78. Inf. Técnico Nº 89, EERA Marcos Juárez, INTA. 4p.
- Galich, A., Galich, M.T.V. de, Nisi, J., Salines, J., y C. Bainotti. 1984. Enfermedades y adversidades climáticas del cultivo de trigo en el área central de la subregión II Norte Año 1983/84. Serie Producción Vegetal, Inf. Especial Nº 27 EEA Marcos Juárez, INTA.
- Galich, A., Galich, M.T.V. de, Nisi, J., Bainotti, C., Salines, J. y G. Musso. 1985. Enfermedades y adversidades climáticas del cultivo de trigo en el área central de la subregión II Norte-Año 1984/85. Serie Producción Vegetal, Inf. Especial Nº 31. EERA Marcos Juárez, INTA.
- Galich, A., Galich, M.T.V. de, Nisi, J., Bainotti, C., Fraschina, J., Salines, J. y G. Musso. 1986. Enfermedades y adversidades del cultivo del trigo en el área central de la subregión II Norte-Año 1985/86. Serie Producción Vegetal, Inf. Especial Nº33, EEA Marcos Juárez, INTA.
- Galich, A., Galich, M.T.V. de, Legasa, A., y G. Musso. 1986. Estimación de pérdidas de rendimiento por enfermedades foliares en cultivares de trigo. I: I Congreso Nacional de Trigo. Pergamino (Bs As). Asoc. de Ing. Agr. de la Zona Norte de la Prov. de Buenos Aires. Vol. IV: 41-45.
- Nisi, J., Antonelli, E., Annone, J., Calzolari, A., Galich, A. y F. Mujica. 1986. Factores que incidieron en la producción de trigo en la campaña 1985-86. Instituto Nacional de Tec. Agropecuaria. 3p.

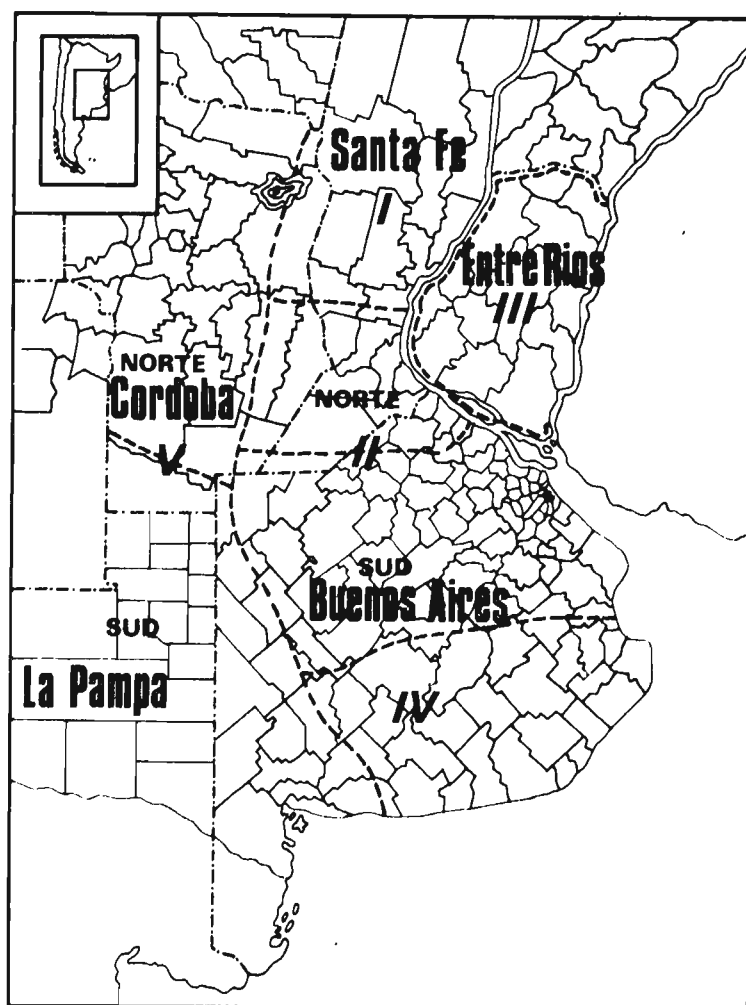
- Rodríguez Amieva, P., Mujica, F., Frecha, J. y E. Antonelli. Ensayo territorial de resistencia a enfermedades en trigo, avena, cebada, centeno y lino en la región cerealera argentina. Boletines Informativos N° 29 al 42. Dpto. de Genética, CICA, INTA.

Abstract

*Two wheat diseases, septoria leaf blotch caused by the fungus *Septoria tritici* and septoria glume blotch caused by *Septoria nodorum* produce considerable losses in the humid and subhumid pampas of Argentina. In the Buenos Aires and Santa Fe Provinces yield losses caused by the epidemics of the early 60s ranged between 33 and 90%. The most recent epidemic occurred during the frequent and abundant spring rains of the 1985/86 cycle. A large part of Argentina's wheat producing area reported incidence of the septoria diseases.*

In this study, the importance of the septoria diseases in different wheat areas is discussed in detail, and information on the resistance of the new cultivars and on chemical control measures is presented.

Región triguera Argentina Subregiones ecológicas



SEPTORIOSIS DEL TRIGO EN EL CENTRO SUR DE CHILE

M. Mellado
Programa Trigo INIA
Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile

Resumen

*El aumento de las epidemias causadas por *Septoria tritici* en el centro sur de Chile se debe a: 1) el incremento en variedades de ciclo corto y baja altura, 2) mayor fertilización nitrogenada, 3) el monocultivo o rotaciones más estrechas, y 4) siembra temprana.*

Considerando los factores climáticos, se observa que las siembras tardías escapan a los daños severos, lo que puede ser una alternativa en la mayor parte de la región excepto la zona pre-cordillera. Las variedades tardías y altas de trigos invernales ofrecen mayor resistencia, además de su posibilidad de escape.

La variabilidad genética para la resistencia a la septoriosis disponible tanto en trigos invernales, como en trigos primaverales, ha sido utilizada en el programa de mejoramiento. Los ensayos sobre el control químico orientados a la protección de la planta en estado de bandera y espigadura resultaron en un aumento sustancial del rendimiento de variedades susceptibles.

Introducción

En la zona centro sur (lat. 35° a 38° sur) se ubica alrededor del 35% de la superficie sembrada con trigo en Chile, por lo que cualquier problema sanitario que adquiera carácter de epifitía en esta zona repercutirá negativamente en la producción nacional. Por ello, resulta preocupante lo que sucede con la septoriosis del trigo, que ha aumentado notablemente en los últimos años.

Aunque la especie predominante es *Septoria tritici*, también se ha determinado *Septoria nodorum*.

En este artículo se efectuará un análisis de las probables causas del aumento de esta enfermedad, su distribución regional, comportamiento varietal e importancia económica.

Probables causas del aumento de la septoriosis

Uso de variedades con características comunes

En la zona centro sur, los trigos invernales han perdido su importancia tradicional en favor de las variedades de hábito alternativo y primaverales, caracterizadas por su gran potencial de rendimiento, su carácter semienano y alta capacidad de emitir macollos. Así, en 1987, a nivel nacional, del total de

variedades en certificación el 10% corresponden a invernales, 33% de hábito alternativo y 57% primaverales. En la región centro sur, las variedades recomendadas por el INIA son semienanas (80-100 cm) y aunque todas ellas presentan algún grado de septoriosis, son agrónomicamente adecuadas.

Mayor empleo de fertilizantes

En la década del sesenta, una recomendación normal de nitrógeno para trigo era de 50 kg/ha; sin embargo, actualmente son numerosos los productores que están aplicando sobre 120 kg/ha. Este avance tecnológico ha producido un mejor desarrollo vegetativo de las variedades, creando condiciones más favorables para septoriosis durante el ciclo del cultivo, y posterior a la cosecha por la mayor cantidad de residuos que quedan en los potreros.

Rotaciones más estrechas

El buen precio que ha tenido el trigo en Chile en los últimos años ha llevado a los agricultores a intensificar las siembras de este cereal, especialmente en condiciones de secano, practicando rotaciones muy estrechas (ejemplo: avena-trigo, avena-trigo) y en algunos casos extremos a practicar el monocultivo. Como consecuencia de ello se ha observado un aumento de plantas voluntarias en los potreros, (producto de resiembra natural), y de la cantidad de rastrojo en la superficie del suelo, todo lo cual crea condiciones favorables para el desarrollo y mantención de inóculo de *Septoria* spp. en los terrenos de cultivo.

Cambio en las fechas de siembra

En 1985 se produjo una fuerte epifitía del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) en trigo. A raíz de este problema muchos técnicos sugirieron adelantar las fechas de siembra, para los trigos precoces y semiprecoces, como una forma de disminuir el ataque de virosis. Esta recomendación trajo como consecuencia una mayor infestación por septoriosis, especialmente en variedades de primavera sembradas en otoño.

Distribución de la enfermedad y su relación con el clima

Aunque las condiciones ambientales en la zona centro sur se consideran óptimas para el desarrollo de *Septoria* spp, las diferencias en los niveles de ataque en cada área son la resultante de la interacción entre fechas de siembra y tipo de variedades empleadas.

La importancia relativa de la septoriosis varía según la zona agroecológica donde se cultiva trigo, y en general sería la siguiente:

- | | |
|------------------------|----------------------|
| - Precordillera andina | = leve a moderada |
| - Valle regado | = moderada |
| - Secano interior | = moderada a intensa |
| - Secano costero | = moderada a intensa |

El Cuadro 1 indica algunos parámetros climáticos para dos años, en el Campo Experimental Quilamapu (Chillán), observando que la humedad relativa fue alta durante gran parte del ciclo del cultivo. En algunos años como fue el caso de 1986, se produjeron abundantes lluvias en el mes de noviembre, lo que aumentó el poder destructivo de la enfermedad.

Por otra parte las temperaturas, en general, son adecuadas para el proceso de infestación. Al respecto, Eyal y otros (1983) indican que la temperatura mínima y la óptima para la germinación de conidias de *Septoria tritici* son 2-3°C y 22°C respectivamente, agregando que la infestación se desarrolla bien entre 16 y 17°C.

Hacia el final de la primavera, cuando la mayoría de los trigos está en espigadura y/o floración, cesan las lluvias y aumenta la temperatura, con lo cual se detiene la propagación de la enfermedad.

En general, para las condiciones climáticas de toda el área, las siembras de otoño efectuadas entre el 15 de abril y 15 de junio, son las más afectadas por septoriosis, especialmente cuando se emplean variedades de primavera o de hábito alternativo. En las siembras efectuadas entre julio y agosto se minimiza la incidencia de septoriosis, no presentándose en las siembras de septiembre y octubre (Figuras 1 y 2).

Para el caso particular del secano interior, los productores deben sembrar variedades precoces en otoño (mayo) para obtener buenos rendimientos, ya que el factor limitante para la producción de trigo es la falta de humedad aprovechable del suelo a fines de la primavera (noviembre y diciembre) y bajo estas condiciones de siembras de mayo, la septoriosis se constituye en el problema patológico más importante.

Comportamiento varietal a septoriosis

Actualmente todas las variedades comerciales presentan algún grado de susceptibilidad a septoriosis cuando se siembran en otoño, aunque existen marcadas diferencias genéticas entre cultivares. Estas diferencias se observan principalmente entre variedades que difieren en hábito de crecimiento, en las primeras etapas y en el ciclo total de su desarrollo.

En el programa de mejoramiento de trigo de la Estación Experimental Quilamapu, las evaluaciones de germoplasma para septoriosis se han efectuado en condiciones de campo y aprovechando la infestación natural. En general se ha visto que la resistencia o menor susceptibilidad estaría asociada con madurez tardía y altura de planta (escape por posición). Esto significa que se observa más resistencia en germoplasma invernal y de altura normal (90-100cm) que en trigos primaverales o de hábito alternativo, y de carácter enano.

Observaciones realizadas en el vivero de mejoramiento indican que, en los trigos altos, la propagación de la septoriosis generalmente no alcanza a la hoja bandera, no así en los semienanos, especialmente cuando se trata de material susceptible.

Eyal y otros (1983) señalan que algunos cultivares de buen comportamiento a *Septoria* spp. han derivado su resistencia de trigos invernales, tales como Aurora, Bezostaya 1 y Kavkaz. Por su parte Gilchrist y Madariaga (1980) mencionan entre otros, los siguientes trigos con buen comportamiento a *Septoria* spp.: Hybrid 46, Poncheau, Manquesén, Kavkaz, Riebesel 47-51, Flamingo y Apollo.

Es interesante destacar que entre las variedades comerciales actualmente en uso en la zona centro sur de Chile, se encuentran algunos de estos progenitores, por ejemplo: Nobo, Millaleu y Cisne, tienen genes de Kavkaz, en tanto que Lautaro lleva genes de Bezostaya 1 y Aurora.

También se ha observado que algunos trigos mencionados en otras localidades o países como resistentes a septoriosis, o por lo menos de buen comportamiento a esta enfermedad, no presentan similar respuesta en la zona centro sur. Esto podría deberse al efecto de condiciones ambientales diferentes o a la existencia de razas fisiológicas, todo lo cual hace difícil el control genético de la enfermedad. Por esta razón, en nuestro medio la mejor alternativa agronómica para controlar septoriosis en trigo, por ahora, consiste en ajustar la fecha de siembra para cada tipo de variedad de acuerdo a su hábito de crecimiento. Esto ya fue señalado en las figuras 1 y 2, y será complementado cuando se analice la importancia de esta enfermedad.

Como una manera de apreciar el grado de infestación natural de septoriosis en trigos de hábito invernal y alternativo, sembrados en el Campo Experimental Quilamapu, en el Cuadro 2 se presenta una relación entre cantidad de germoplasma y nota de esta enfermedad. Las variedades de mejor comportamiento fueron: Talafén, Riebesel 47-51, Mironovskaya 808, Laurel y Quilamapu 26-81.

Otro tipo de germoplasma que resulta interesante para mostrar la permanencia e importancia de la septoriosis en el valle regado de la zona centro sur, es el incluido en el Ensayo Internacional de Rendimiento de Trigos Invernales (IWWPN). Al respecto en los cuadros 3, 4 y 5, se presenta el comportamiento de los trigos incluidos en el 17th, 18th y 19th IWWPN. En ellos se observa diferencias apreciables entre genotipos y una cierta asociación entre hábito de crecimiento y resistencia a *Septoria* spp., correspondiendo a los trigos más tardíos el menor ataque. Destacan algunos trigos como Bezostaya 1, Regina y Bordan.

En ensayos de variedades establecidos en el secano interior de Pehuenhue (Lat. 35° 24'S), durante el trienio 1985-87, se pudo observar diferencias entre variedades de igual hábito de crecimiento, así como un efecto positivo de los genes de Kavkaz presentes en las variedades Nobo, Millaleu y Cisne, y de los genes de Bezostaya 1, incorporados en Lautaro (Cuadro 6).

Respecto a germoplasma primaveral sembrado en otoño (junio), la información se refiere a trigos incluidos en los jardines del CIMMYT, designados como ISEPTON. En 1986 y 87 se sembró en el Campo Experimental Quilamapu el 16th y 17th ISEPTON, presentando una amplia distribución de acuerdo a las notas de *Septoria* spp. (Cuadro 7). Los trigos que presentaron una menor incidencia se indican en los cuadros 8 y 9.

Importancia económica de la septoriosis

Actualmente la mayor cantidad de fungicidas aplicados al trigo en el país tienen por objeto el control de septoriosis. Esta protección química la efectúan los agricultores que poseen sembreras sembradas en otoño, con un potencial alto de rendimiento y especialmente cuando han sembrado variedades más susceptibles.

Uno de los primeros trabajos de evaluación de pérdidas producidas por septoriosis de la hoja, realizado en Chillán (lat. 36° 31'S) en condiciones de campo e infestación natural, se efectuó en 1979. En el se determinó que el cultivar de primavera Antufén, sembrado el 30 de mayo y protegido permanentemente con Manzate 200 (Mancozeb) y Benlate (Benomyl), aumentó su rendimiento de grano en 14% respecto al testigo sin aplicación de fungicida (Madariaga y otros, 1986).

Durante 1985 y 86 se efectuó un ensayo de control químico de *Septoria* spp., en condiciones de campo e infestación natural usando el trigo de hábito alternativo Lancero sembrado en diferentes fechas. Esta variedad es un buen genotipo para realizar este tipo de trabajo, considerando su resistencia a las royas y susceptibilidad a septoriosis.

En las figuras 3,4, 5 y 6 se comparan el control permanente con fungicida, una sola aplicación en hoja bandera y el testigo sin protección, usando los parámetros de rendimiento de grano y peso de 1000 semillas. En ambas temporadas el daño producido por *Septoria* spp. fue considerable, lográndose una buena recuperación al proteger la variedad mediante una aplicación en hoja bandera. Por esta razón, los programas de aplicación de fungicida debieran estar orientados a la protección de los estados de desarrollo comprendido entre hoja bandera y espigadura. Así, por ejemplo, en 1986 se determinó que el control químico permanente en las épocas de siembras más críticas (abril y mayo), mejoró el rendimiento en 28 qq/ha respecto al testigo, en tanto que la aplicación en hoja bandera lo subió 11 qq/ha. (Actualmente el costo de una aplicación es alrededor de 3 qq/ha).

Los datos mostrados en las figuras anteriores señalan que la siembra temprana de un trigo susceptible a Septoriosis, implica perder rendimiento de grano aunque se proteja permanentemente con producto químico. Sin embargo, a pesar que las aplicaciones no hicieron desaparecer los síntomas de clorosis foliar, se observó mas cantidad de hojas verdes y menor concentración de picnidios que en el testigo sin protección.

En otro ensayo sobre evaluación de pérdidas se comparó la protección permanente con un testigo sin control, utilizando la variedad de primavera Nobo, sembrada desde mayo a octubre. La figura 7 indica las curvas de rendimiento y sin control químico y el ataque de *Septoria* spp. en el testigo sin protección. Se observa que a partir de julio, el daño producido por septoriosis decrece bruscamente para desaparecer en septiembre.

Conclusiones

La septoriosis del trigo es una enfermedad importante en la zona centro sur de Chile, especialmente en los secanos interior y costero, ya que está afectando la mayoría de las variedades de trigo sembradas en otoño, principalmente aquéllas de hábito primaveral y alternativo.

Si bien existen diferencias genéticas entre las variedades respecto a su comportamiento a septoriosis, por el momento la solución agronómica más aconsejable para disminuir el daño de esta enfermedad consiste en mejorar las rotaciones, ajustar la fecha de siembra de cada variedad y efectuar un adecuado control químico, en aquellos casos en que las perspectivas de producción son buenas.

Literatura citada

EYAL, Z., SCHAREN, L. y PRESCOTT, J. 1983. Septoriosis de la gluma. Septoriosis de la hoja. Enfermedades del trigo . Métodos y Conceptos. Informe de Investigación N° 211. Estación Experimental Agrícola de Montana. 77p.

GILCHRIST, L. y MADARIAGA, R. 1980. Antecedentes sobre septoriosis (*Septoria tritici* Desm.) en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. Trabajo presentado en la Primera Reunión sobre *Septoria tritici*, Estanzuela, Uruguay del 17 al 22 de noviembre de 1980.

MADARIAGA, R., MELLADO, M. y AGUAYO, L. 1986. Convenio de investigación entre el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Bayer de Chile S.A., para el desarrollo de productos en el control de septoriosis de la hoja en trigo. Informe Técnico. Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.

MELLADO, M. 1987. Convenio de investigación entre el INIA Y Bayer de Chile, para el desarrollo del producto Folicur (HWG-1608) en el control de septoriosis de la hoja en trigo. Informe técnico. Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.

Abstract

*Epidemics caused by *Septoria tritici* in the south central region of Chile have increased because of 1) increased use of short cycle and low stature varieties, 2) more nitrogen fertilization, 3) monoculture or closer rotations, and 4) early planting.*

As for climatic factors, late plantings escape severe damage, which may be an alternative in most of the region, except for the pre-Andean zone. Besides offering the possibility of escape, late, tall winter wheat varieties have more resistance.

The breeding program has used the genetic variability for septoria resistance found in both winter and spring wheats. Chemical control trials aimed at protecting plants at the flag leaf and heading stages resulted in a considerable increase in yields of susceptible varieties.

CUADRO 1. Condiciones climáticas en la Estación Experimental Quilamapu (Lat. 36°26'S, Long. 72°06'W). Temporada 1985-86.

MESES	PRECIPITACION (mm)		HUMEDAD RELATIVA (%)		T ^o MINIMA		T ^o MAXIMA	
	1985	1986	1985	1986	85	86	85	86
Enero	40	11	70	65	9.4	8.1	27.3	30.0
Febrero	0	3	64	70	8.1	9.2	27.1	27.1
Marzo	9	5	72	75	6.8	5.7	25.4	26.8
Abril	80	177	81	86	2.6	3.9	18.1	21.2
Mayo	253	407	87	90	3.9	3.6	17.3	18.2
Junio	163	306	90	93	5.3	3.8	15.5	16.3
Julio	206	86	90	90	2.6	1.9	12.2	13.2
Agosto	53	139	83	88	0.9	3.4	15.2	14.2
Setiembre	99	46	83	81	2.4	3.4	17.4	16.6
Octubre	105	51	79	80	5.9	7.3	18.8	22.6
Noviembre	40	196	77	75	7.5	6.1	25.7	21.5
Diciembre	0	0	66	70	8.4	8.9	27.8	26.1

CUADRO 2. Notas de septoriosis en germoplasma de trigos invernales y alternativos, registradas en la E.E. Quilamapu.

NOTA*	NRO. DE VARIEDADES Y LINEAS AVANZADAS EN:			
	Ensayos de Rendimiento		Jardín Progenitores	
	1986	1987	1986	1987
0	0	0	0	0
1	0	0	18	0
2	6	6	30	16
3	21	84	58	81
4	56	69	48	33
5	32	3	16	5
6	22	0	10	1
7	11	0	8	0
8	3	0	4	0
9	0	0	0	0

* Escala de Saari y Prescott. La nota de un dígito consideró tejido muerto, cubrimiento con picnidios y altura de la enfermedad y fue tomada entre hoja bandera y espigadura.

CUADRO 3. Comportamiento a *Septoria* spp. de cultivares de trigo incluidos en el 17° IWWPN sembrado en la E.E. Quilamapu. Temporada 1985-86.

Nº CULTIVAR	HABITO*	SEPTORIA spp**	ORIGEN
1 Bordan	R	1	Canadá
2 Lada	SR	2	Bulgaria
3 Colt (NE 78696)	R	2	USA
4 9D-27-262	R	2	Rumania
5 Bezostaya 1	R	2	USSR
6 NS 2704	R	3	Yugoslavia
7 Kaloyan	SR	3	Bulgaria
8 GK-Boglar	SR	3	Hungría
9 Flamura 80	SR	4	Rumania
10 Labriego INIA	SE	4	Chile
11 Martonvasari 8	R	4	Hungría
12 TX GH 2875	R	4	USA
13 NS 18-99	R	4	Yugoslavia
14 GK-Sagvan	SR	4	Hungría
15 Dobroudja 1	SE	5	Bulgaria
16 NS-18-71	R	5	Yugoslavia
17 Siouxland	R	5	USA
18 Norman	R	6	Inglaterra
19 Kosutka	R	6	Checoslovaquia
20 Super X	E	6	México
21 Yantar	SE	6	Bulgaria
22 MV 2-24-78	E	7	Hungría
23 Avalon	R	7	Inglaterra
24 Auburn	R	7	USA
25 Festival	SR	7	Francia
26 Turbo	SE	7	Alemania Occ.
27 Lancero INIA***	SE	7	Chile
28 Skopjanka (SK-7)	SE	8	Yugoslavia
29 Hanagasa Komugi	SE	8	Japón
30 80117	SE	8	China

* R=rastrero; S=semirastro; SE=semierecto y E=erecto.

** Lectura de septiembre 16, 1985. promedio 4 repeticiones. Escala 0-9 Saari-Prascott.

*** Testigo local.

CUADRO 4. Comportamiento a *Septoria* spp de cultivares de trigo incluidos en el 18º IWWPN sembrado en la E.E. Quilmapu. Temporada 1986-87.

Nº CULTIVAR	HABITO*	SEPTORIA spp.**	ORIGEN
1 Bezostaya 1	R	3	URSS
2 Bordan	R	3	Canadá
3 Siouxland	R	3	USA
4 Geurumil	SR	3	Corea
5 Regina	R	3	Checoslovaquia
6 Fundulea 133	SR	3	Rumania
7 Martonvasari 12	SR	3	Hungría
8 ZG 7057/79	SR	3	Yugoslavia
9 Emika	R	3	Polonia
10 Festival	SR	4	Francia
11 UNA (NS 18-71)	SE	4	Yugoslavia
12 Zitnica (NS 18-99)	SE	4	Yugoslavia
13 Kaloyan	SE	4	Bulgaria
14 GK-Boglar	SE	4	Hungría
15 Renard	SR	4	Inglaterra
16 T 79/8	SE	4	Sudáfrica
17 Zagrepcanka	SR	4	Yugoslavia
18 Quantum 555	SE	4	USA
19 80117	E	5	China
20 Yantar	E	5	Bulgaria
21 Lada	SE	5	Bulgaria
22 Lanceró INIA***	SE	5	Chile
23 GK-Sagvaria	E	5	Hungría
24 Eunpamil	E	5	Corea
25 T 79/3	SE	5	Sudáfrica
26 Kirkpinar 79	E	5	Turquía
27 Martonvasari 13t	SE	5	Hungría
28 Turbo	SE	6	Alemania Occidental
29 Super X	E	6	México

* R=rastrero; SR=semi rastrero; E=erecto y Se=semierecto.

** Lectura del 20/10/86, promedio 4 repeticiones. Escala 0-9 Saari-PreScott.

*** Testigo local.

CUADRO 5. Comportamiento a *Septoria* spp. de cultivares de trigo incluidos en el 19th IWWPN sembrado en la E.E. Quilamapu. Temporada 1987-88.

Nº CULTIVAR	HABITO*	SEPTORIA**	ORIGEN
1 Regina	R	2	Checoslovaquia
2 Bezostaya 1	R	2	USSR
3 Emika	R	2	Polonia
4 Zg 7057/79	R	2	Yugoslavia
5 81142	R	2	China
6 81146	R	2	China
7 Century	R	2	USA
8 Fundulea 133	R	3	Rumania
9 Quantum 555	R	3	USA
10 Geurumil	R	3	Corea
11 Renard	R	3	Inglaterra
12 Zagrepckanka	R	3	Yugoslavia
13 T 79/3	R	3	Sudáfrica
14 T 79/8	R	3	Sudáfrica
15 Bounty 205	R	3	USA
16 Bounty 301	R	3	USA
17 Stozher	R	3	Bulgaria
18 Momtchil	R	3	Bulgaria
19 Pliska	R	3	Chile
20 Talafén	R	3	Chile
21 NS 2985	R	3	Yugoslavia
22 Martonvasari 12	SE	4	Hungría
23 Vazhen	R	4	Bulgaria
24 Ventnar	SE	4	Australia
25 Sterna	R	4	Yugoslavia
26 Martonvasari 13t	E	5	Hungría
27 Lancero INIA***	SE	5	Chile
28 Rancofén	SE	5	Chile
29 Super X	E	6	México
30 Eunpamil	E	7	Corea

* R=rastrero; SR=semirastro; E=erecto y SE=semierecto.

** Lectura de octubre 15, 1987, promedio 4 repeticiones. Escala 0-9 Saari-PreScott

*** Testigo local.

CUADRO 6. Comportamiento a *Septoria* spp. de variedades de trigo en el secano interior de Pencahue. Trienio 1985-87.

VARIETADES	HABITO CRECIMIENTO	NOTA DE SEPTORIOSIS a
ONDA	Primaveral	7
MILLALEU	Primaveral	5
NOBO	Primaveral	5
CISNE	Primaveral	4
T-1500 b	Alternativo	6
VILUFEN b	Alternativo	6
LAUTARO	Alternativo	3
LANCERO c	Alternativo	7

a : Escala Saari-Prescott. Notas tomadas cuando los trigos primaverales estaban en floración y los de alternativa con su hoja bandera expuesta.

b : Variedades antiguas

c : Variedad comercial susceptible

CUADRO 7. Notas de septoriosis registradas en el 16° y 17° ISEPTON en la E.E. Quilamapu. Temporada 1986-87.

NOTA*	N° DE LINEAS Y VARIETADES	
	16° ISEPTON	17° ISEPTON
0	0	0
1	0	0
2	0	8
3	1	47
4	11	25
5	97	8
6	45	1
7	26	0
8	4	0
9	0	0

* Escala de Saari-Prescott. Lectura efectuada entre espigadura y floración.

CUADRO 8. Líneas de trigo del 16^o ISEPTON de mejor comportamiento a *Septoria* spp. en la E.E. Quilamapu. Temporada 1986-87.

Nº	CRUZA Y PEDIGREE	Nota de <i>Septoria</i> spp. *
1	CAR 337/PHO"S"	3
	SWM 9694-2Y-1Y-0Y-2Y-0Y	
2	INIA"S"/ON//INIA/BB/3/JUP/4/BUC"S"	4
	CM 58806-1M-2Y-1M-4Y-1M-0Y	
3	TTR"S"/BOW"S"	4
	CM 58857-2M-1Y-1M-3Y-1M-0Y	
4	MRL"S"/BUC"S"	4
	CM 691949-4Y-1M-2Y-1M-2Y-1M-0Y	
5	2109.36/VEE"S"/4/WRM/KAL/BB/3//KAL/BB/ALD"S"	4
	CM 66120-D-1M-1Y-1M-2Y-2M-1Y-0M	
6	AZ/PHO"S"/6/AI FENG#4/5/PATO/3/SN64/PRD//CNO67//INIA/4/HD 832/BB	4
	CM 66439-A-3M-1Y-5M-1Y-5M-1Y-1M-0Y	
7	4777*2//FKN/GB/3/VEE#5/4/BUC"S"/PVN"S"	4
	CM 66684-B-1M-6Y-1M-2Y-1M-0Y	
8	4777*2//FKN/GB/3/VEE#5/4/BUC"S"/PVN"S"	4
	CM 66684-B-1M-6Y-1M-3Y-1M-0Y	
9	BOW"S"/PEEP"S"	4
	CM 67425 -2Y-1M-1Y-1M-0Y	
10	JUP/BJY"S"///URES	4
	CM 67458-4Y-1M-1Y-1M-0Y	
11	II.58.57/MAYA"S">//SLM/3/BUC"S"/TONI	4
	CM 73764-B-1Y-1M-1Y-1M-0Y	
12	KEA"S"	4
	CM 21335-C-9Y-3M-1Y-1Y-1Y-0B	
13	Lancero INIA (Testigo Local)	7

* Lectura efectuada el 21 de octubre de 1986. Escala de 0-9 de Saari-Prescott.

CUADRO 9. Lineas de trigo del 17^o ISEPTON de mejor comportamiento a *Septoria* spp. en la E.E. Quilamapu. Temporada 1987/88.

Nº CRUZA Y PEDIGREE	Nota de <i>Septoria</i> spp.*
1 NOB*3/AG//NOB*3/ALD"S" = PF 82200	2
2 IAC 5/3/CNT 7*3/LD//IAC5/HAD = PF 8294	2
F 15645-A-902F-951F-651F-651F-0PTZ	
3 NOB*2/AG//NOB*3/ALD"S" = PF 82177	2
F 15731-A-903F-901F-902F-902F-901F-0PTZ	
4 SUZHOE F3#9	2
-3B-0Y	
5 YMI#6	2
-11B-0Y	
6 Lancero INIA (Testigo local)	5

* Lectura efectuada el 16 de octubre de 1987.
Escala 0-9 de Saari-Prescott.

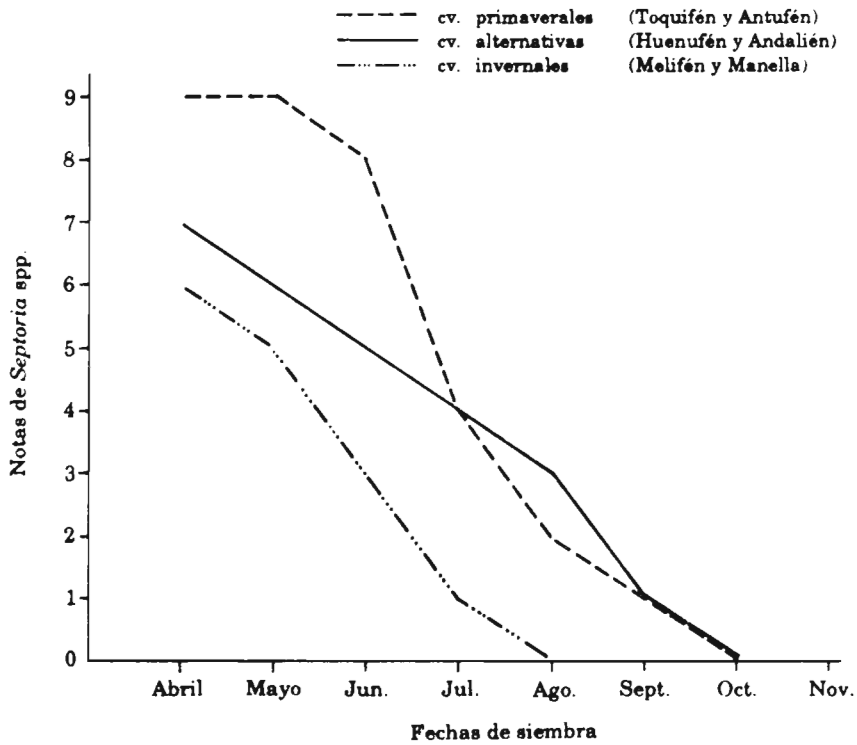
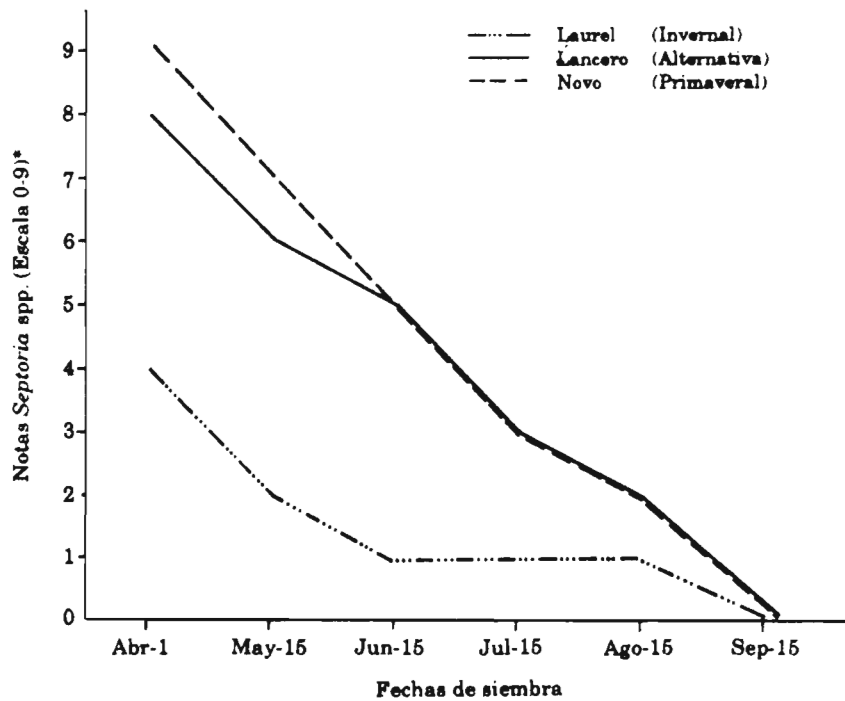


Figura 1. Comportamiento a *Septoria* spp. de variedades de trigo de diferentes hábitos de crecimiento sembradas en distintas fechas en el seco costero de café (Lat. 37°54'S), 1978 y 1979.



* Lectura efectuada el 22 de octubre.

Figura 2. Comportamiento a *Septoria* spp. de tres variedades de trigo sembradas en diferentes fechas (E.E. Quilamapu, 1986-87).

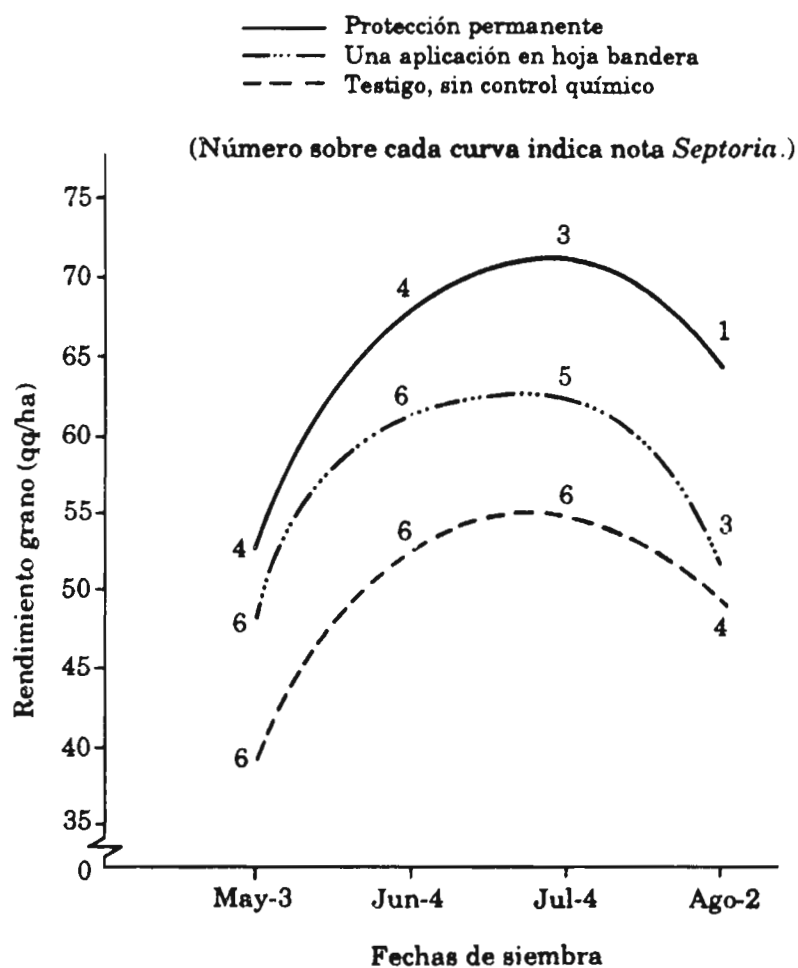


Figura 3. Efecto del control químico de *Septoria* spp. en el cultivar de trigo lancero sembrado en diferentes fechas de siembra (E.E. Quilamapu, 1985).

<p>— : $Y = -127,84 + 2,2253x - 0,00621x^2$</p> <p>···· : $Y = -132,48 + 2,2847x - 0,00665x^2$</p> <p>- - - : $Y = -123,31 + 2,0197x - 0,00569x^2$</p>

x: No. de días a partir del 1º de enero.

- Protección permanente
- Una aplicación en hoja bandera
- - - - - Testigo, sin control químico

(Número sobre cada curva indica nota *Septoria*.)

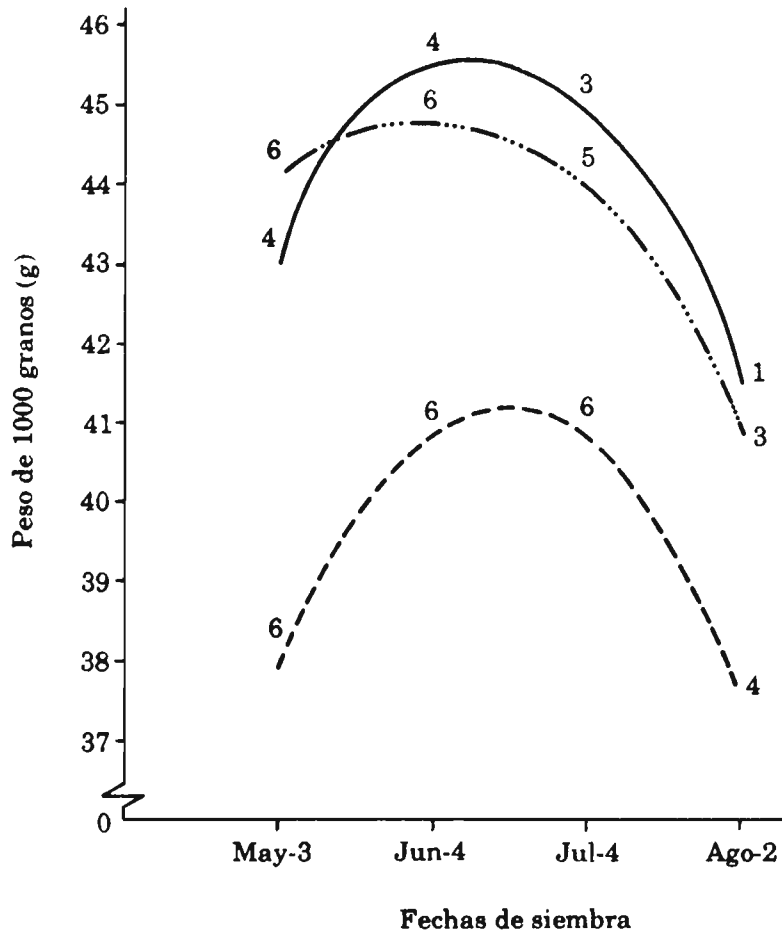


Figura 4. Efecto del control químico de *Septoria* spp. en el cultivar trigo lancero, sembrado en diferentes fechas (E.F. Quilanapu, 1985).

—————	$Y = -0,378 + 0,5663x - 0,00173x^2$
.....	$Y = 20,636 + 0,3212x - 0,00106x^2$
- - - - -	$Y = -6,296 + 0,5678x - 0,00169x^2$

x: No. de días a partir del 1º de enero.

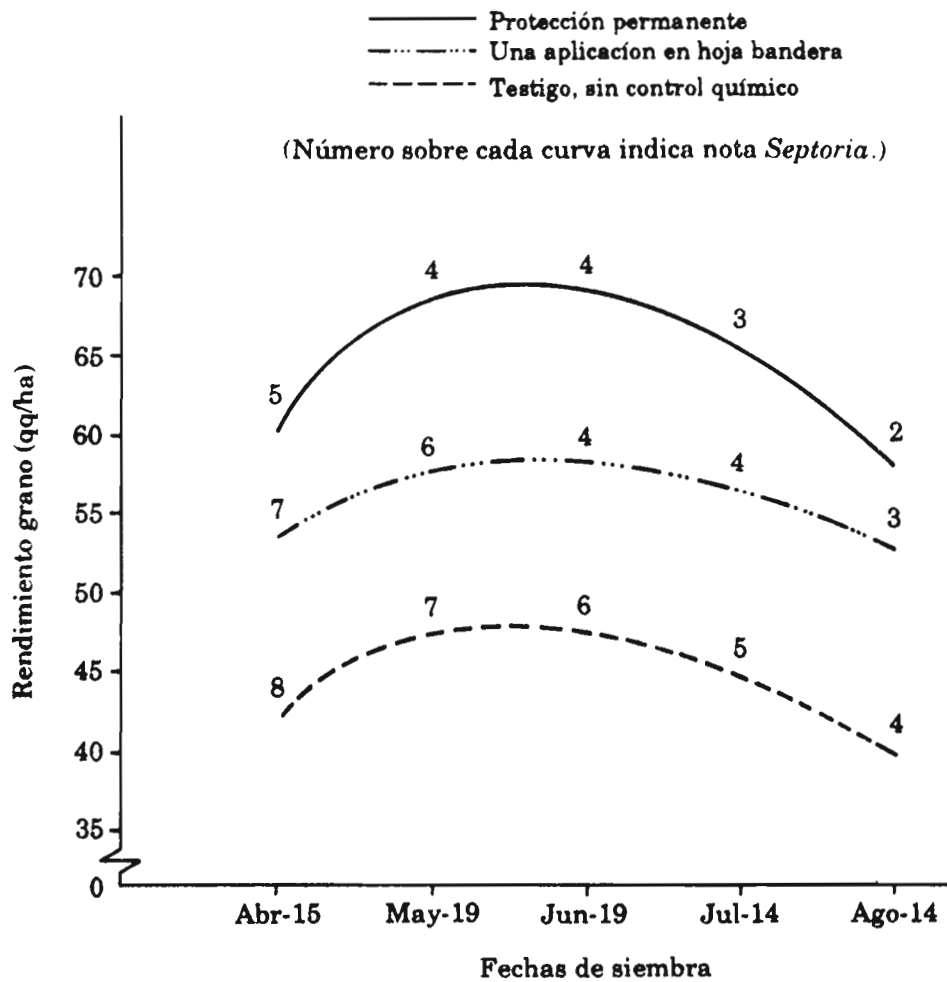


Figura 5. Efecto control químico de *Septoria* spp. en el cultivar trigo lancero sembrado en diferentes fechas (E.E. Quilamapu, 1986).

—————	$Y = -10,074 + 1,0276x - 0,00331x^2$
- · - · - · -	$Y = 23,004 + 0,4504x - 0,00145x^2$
- - - - -	$Y = -5,752 + 0,6942x - 0,00215x^2$

x: No. de días a partir del 1º de enero.

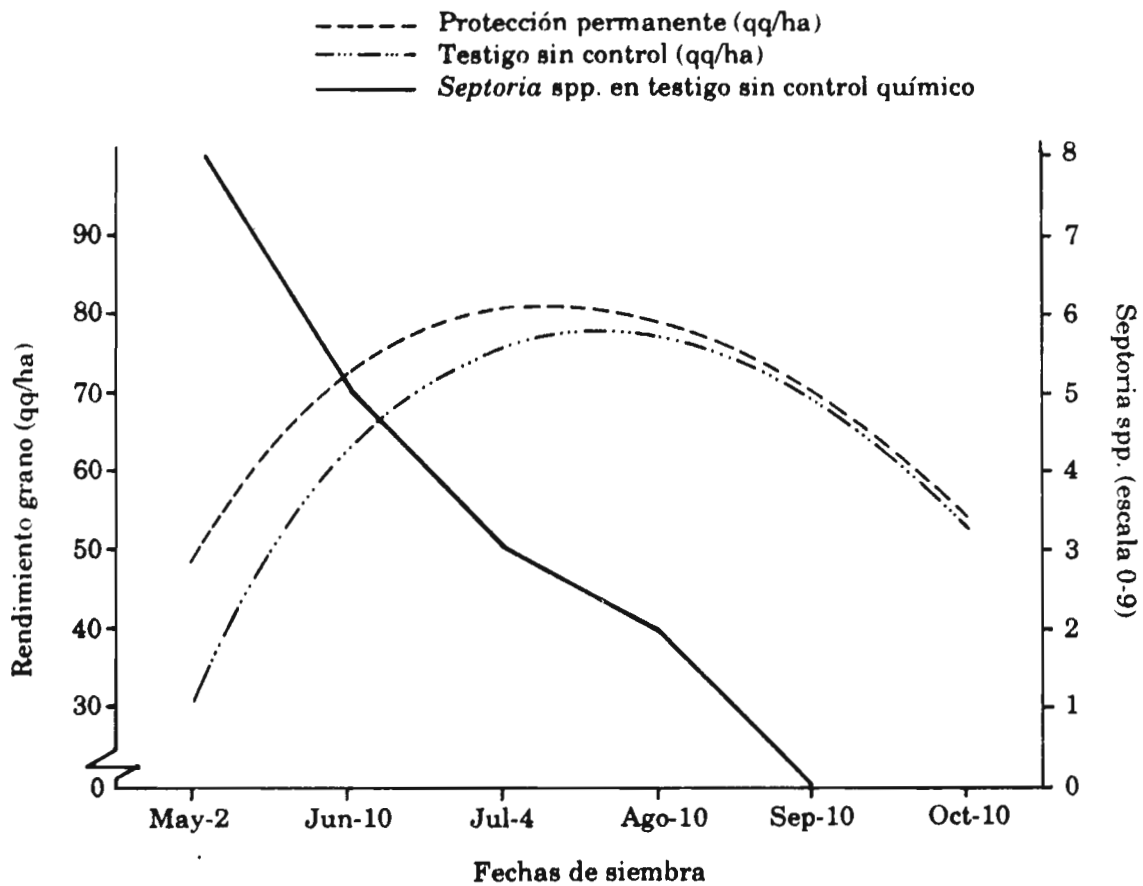


Figura 7. Efecto control químico de *Septoria* spp. en el cultivar trigo Nobo-INIA, sembrado en diferentes fechas (F.E. Quilamapu, 1986-85).

<p> - - - - : $Y = -133,934 + 2,1381x - 0,0053x^2$ - · - · - : $Y = -200,504 + 2,6534x - 0,0063x^2$ </p>

x: No. de días a partir del 1º de enero.

IMPORTANCIA DE SEPTORIA SP. EN GUATEMALA Y PROGRESO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

V. Azañon L.
Instituto de Ciencia y Tecnología
Quetzaltenango, Guatemala

Resumen

El cultivo de trigo en Guatemala cubre aproximadamente el 20% del consumo nacional; el área sembrada es de 30 000 hectáreas, con un rendimiento medio de 2 t/ha en 1986. La producción triguera es totalmente temporal y la realizan pequeños, medianos y grandes productores.

La septoriosis (causada por Septoria tritici y S. nodorum) es uno de los factores adversos que limitan la producción del trigo en el país, causando fuertes pérdidas del cultivo (en algunas áreas hasta del 100% en 1968).

El programa de trigo realiza trabajos de mejoramiento sobre Septoria a partir de 1970 y evalúa sus materiales en regiones detectadas como críticas, favorables para el desarrollo de la septoriosis. En casi todas las regiones trigueras se observa tanto S. tritici como S. nodorum.

En los trabajos de mejoramiento la inoculación con S. tritici y S. nodorum se hace con residuos (paja de trigo) de líneas y variedades altamente susceptibles los cuales son preservados en lugares adecuados para poder ser utilizados en la época adecuada.

El Programa de Trigo de Guatemala recibe un fuerte apoyo del CIMMYT en su germoplasma genético con los viveros ISEPTON, ISWYN, IBWSN, ESWYT e IDTN como fuente de resistencia y los aprovecha de acuerdo a los objetivos de las diferentes regiones trigueras del país. En 1986 fueron seleccionados 16 materiales resistentes del 16^o ISEPTON, los cuales están en diferentes evaluaciones en 1987 y que de acuerdo a observaciones preliminares efectuadas podrán aportar interesantes alternativas a los trabajos de nuestro Programa.

Introducción

Guatemala es un país eminentemente agrícola con una extensión territorial de 108 889 km² y una población de 8 millones de habitantes.

Dentro de la dieta alimenticia de la población guatemalteca está el pan, que es fabricado en un 95% de harina de trigo. El consumo anual de trigo en Guatemala es de 250 000 tm, de las cuales se producen únicamente 50 000 (20% del total). En Guatemala se cultivan alrededor de 30 000 ha de trigo con un rendimiento medio de 2 t/ha.

El cultivo es producido en su totalidad bajo condiciones de temporal por pequeños, medianos y grandes productores. Como se puede apreciar, para poder cubrir la demanda nacional, necesitaríamos incrementar en el país cuatro veces más la producción actual.

Uno de los factores adversos que limitan la producción de trigo en Guatemala lo constituye *Septoria* sp. debido principalmente a que el trigo es cultivado en zonas adecuadas al desarrollo de este hongo.

Antecedentes

El Programa de Mejoramiento de Trigo en Guatemala ha realizado trabajos sobre la septoriosis desde hace aproximadamente 15 años en el Centro Experimental "Labor Ovalle" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. La Labor Ovalle está ubicada en el occidente del país a una altitud de 2400 msnm; a una latitud de 14° 52' 11" N y una longitud de 91° 30' 50" O.

Antes de la década de los cincuenta, la producción de trigo en el país se efectuaba de manera desordenada. Las variedades mezcladas de bajo potencial de rendimiento y tallos largos provenían en su mayoría de germoplasma introducido por los españoles en la época de la colonia. El rendimiento promedio del cultivo estaba por debajo de 1 t/ha.

Además de sus características agronómicas deficientes, estas variedades tenían graves problemas de enfermedades, posiblemente de royas u otros trastornos que son conocidos en Guatemala por los agricultores como argeño.

Fue en esa época cuando se iniciaron los primeros esfuerzos para mejorar esta situación, a través del uso de nuevas variedades y algunas prácticas culturales. Con la introducción de algunos materiales de buenas características agronómicas principalmente de México, España e Italia, se aumentaron los rendimientos, iniciándose así una nueva era en el cultivo del trigo en el país. En la década de los sesenta, se iniciaron los primeros cruzamientos para incorporar la resistencia a las royas.

En 1968 el Dr. Eugenio Schieber y el Ing. Astolfo Fumagalli reportaron pérdidas causadas por la septoriosis de hasta 100% en la variedad Lerma Rojo 64 (1). Por la importancia que esta enfermedad representaba para los tricultores de Guatemala, el programa de mejoramiento incorporó materiales resistentes o tolerantes a *Septoria* sp. en su plan de trabajo. Hasta ahora, el Programa ha liberado más de 20 variedades comerciales; entre ellas, sólo una (Quetzal 75) fue eliminada por su alta susceptibilidad a *Septoria*. Algunas otras variedades como Chivito 77, Villa Laura 81 e ICTA SARA 82 mantienen altos rendimientos en parte por su tolerancia a la septoriosis.

En 1973, el Ing. Arjona (1) realizó un estudio sobre *Septoria tritici*, caracterizando al hongo bajo condiciones de campo y laboratorio y detectando fuentes de resistencia en materiales de trigo manejados en Guatemala. Las líneas IAS 20 y CARAZINHO de Brasil, MENGAVI/8156 y QUELELE de México y DOR331, SALOMOUNI y SEA FOAM del Medio Oriente fueron seleccionadas por su resistencia a *Septoria*. Al mismo tiempo Arjona observó que de los métodos de inoculación de *Septoria* utilizados en el invernadero, el método de aspersión resultó el más práctico y eficaz. Con este método hay que

mantener las plantas en el humidificador 24 horas antes y 72 horas después de la inoculación. Los materiales que en este estudio demostraron una buena tolerancia a *Septoria tritici*, fueron utilizados en los trabajos de cruzamientos, como fuentes de resistencia.

Además de los progenitores identificados por Arjona, los viveros ISEPTON, IBWSN y ESWYT han proporcionado muchas fuentes de germoplasma resistente que han sido utilizadas en las diferentes regiones trigueras del país. De los viveros internacionales recibidos del CIMMYT, ISEPTON ha contribuido con materiales que presentan los valores más bajos a *Septoria*. La paja de las líneas más susceptibles es utilizada en el siguiente ciclo de selección como fuente de inóculo para garantizar una alta infección en todos los materiales. El inóculo es esparcido antes del espigamiento (aproximadamente 75 días después de la siembra) en el material segregante y avanzado. Este método garantiza una fuerte epifitía y permite identificar aquellos materiales con tolerancia.

Del 16^o ISEPTON sembrado en 1986 en "La Labor Ovalle", fueron seleccionadas 16 líneas que han sido utilizadas durante el presente año en el programa de cruzamientos. En el Cuadro 1 se detallan las entradas, cruza, pedigree y lectura a *Septoria tritici* y *S. nodorum* de los materiales seleccionados. Se incluyen un testigo para comparar el nivel de enfermedad en el vivero. ICTA Olinztepeque, utilizado como testigo local, es la última variedad liberada por el Programa.

Como se puede observar en el cuadro 1, la línea HD 2206/Hork"s" mostró el más alto nivel de tolerancia a *S. tritici* y *S. nodorum*.

En el Cuadro 2 se describen 14 entradas de un ensayo de rendimiento que fue localizado en San Carlos Sija, Quetzaltenango, a 2600 M.S.N.M. Los ensayos de rendimiento son parte de la metodología utilizada por el Programa de Trigo de ICTA para evaluar líneas avanzadas bajo condiciones del agricultor (ver el anexo).

En estas localidades se presentó un ataque severo de *Septoria tritici* sobre las líneas susceptibles incluyendo el testigo local y variedad más popular en el país (Chivito 77). Se puede observar en este cuadro la existencia de tres grupos de líneas contrastantes. El primer grupo fue formado por las líneas más susceptibles: IAS 58/3/KAL/BB//ALD/4/OLN/TRM//7C/ALD con lecturas de 9 a y la línea OCEPAR 7 (Jurití) con lecturas de 7 a. Las variedades comerciales CHIVITO 77, ICTA OLINTEPEQUE 86 e ICTA SARA, que formaron un segundo grupo, mostraron en este ensayo lecturas de 5e, 3m y 4e, respectivamente.

Las líneas más resistentes que fueron encontradas provienen de germoplasma segregante F2 de CIMMYT, y fueron seleccionadas y evaluadas en Guatemala. Actualmente estas líneas se encuentran en la última etapa de evaluación en donde la aceptación del agricultor es un factor muy importante para la selección de la nueva variedad. ICTA Xequijel está próxima a ser lanzada como variedad.

Conclusiones

De acuerdo a los años de investigación realizada por el Programa de Trigo sobre *Septoria*, es posible concluir lo siguiente:

- 1) Existen líneas con resistencia y tolerancia a *Septoria tritici* y *S. nodorum* que se utilizan actualmente como progenitores en el programa de cruzamientos.
- 2) Los viveros internacionales provenientes principalmente del CIMMYT han sido un fuerte apoyo para la obtención de germoplasma con tolerancia a *Septoria*.
- 3) Aunque las técnicas de selección utilizadas en Guatemala han sido adecuadas para lograr la obtención de variedades comerciales con tolerancia a *Septoria*, creemos que es necesario identificar sitios estratégicos donde la enfermedad se presenta con una mayor severidad, evitando con ello la selección de germoplasma susceptible.
- 4) Es necesario someter el germoplasma segregante a una infección severa de *Septoria* para evitar que al final se descarten gran número de líneas avanzadas por su alta susceptibilidad a esta enfermedad.

Recomendaciones

- 1) Desarrollar un programa regional que permita evaluar una mayor cantidad de germoplasma segregante para identificar materiales resistentes.
- 2) Iniciar estudios genéticos básicos para determinar el tipo de resistencia y el número de genes involucrados.
- 3) Incluir testigos susceptibles en los ensayos regionales de rendimiento, con el propósito de detectar el nivel de infección y resistencia de los materiales evaluados.

Bibliografía

1. Arjona, O. 1973. Estudio sobre la Mancha Café del Trigo causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. en México y Guatemala. Tesis. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
2. Gremial Nacional de Trigueros. 1987. Memoria Anual 1986.
3. Nelson, R.R. 1973 Breeding Plants for Disease Resistance. The Pennsylvania State University Press.
4. Shieber, E. y Sanches, A. 1968. Lista Preliminar de Enfermedades de las Plantas en Guatemala. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

5. Stubbs, R.W. 1986. Cereal Disease Methodology Manual. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

6. Zillinsky, F.J. 1983. Common Diseases of Small Grain Cereals. Mexico City, Mexico: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Abstract

Wheat production in Guatemala satisfies about 20% of the domestic demand. About 30,000 ha are planted to the crop, and the average yield was 2 t/ha in 1986. Wheat production is rainfed and conducted by small, intermediate, and large farmers.

*The septoria diseases of wheat (caused by *Septoria tritici* and *S. nodorum*) constitute some of the most adverse factors limiting wheat production in Guatemala. They can cause great crop losses; e.g., in 1968 losses reached 100% in some areas.*

*The national Wheat Program has been conducting research on septoria since 1970. Materials are tested in areas classified as critical because they favor the development of septoria diseases. Both *S. tritici* and *S. nodorum* are present in nearly all wheat producing areas.*

*In the Program's plant breeding work, *S. tritici* and *S. nodorum* inoculation is done using residues (wheat straw) of highly susceptible lines and varieties which are adequately stored to be used as needed.*

Guatemala's Wheat Program uses CIMMYT germplasm as a source of resistance. The Program receives the ISEPTON, ISWYN, IBWSN, ESWYT, AND IDTN nurseries and uses them to satisfy the germplasm needs of the wheat producing areas of the country. Sixteen resistant lines selected in 1986 from the 16th ISEPTON have been tested since 1987. Based on preliminary observations, these lines could contribute relevant alternatives to the work of our Program.

CUADRO 1. Cruza, pedigree y lectura a *Septoria tritici* y *S. nodorum* de 16 líneas seleccionadas y un testigo en el 16^o ISEPTON.

Ent.	Cruza	Pedigree	Sep. tri. nod.	Sep. nod.
1	CAR 337/PHO"S"	SWM9694-2Y-1Y-0Y-2Y-0Y	2M	2E
2	KEA"S"	CM21335-C-9Y-3M-1Y-1Y-0B	2A	2E
3**	HD 2206/HORK"S"	CM39808-58M-2Y-4M-1Y-1M-1Y-0B	1A	2M
4	ALD"S"/PVN"S"	CM49901-14Y-2Y-6M-4Y-2M-0Y	3M	3A
8	CNR"S"	CM58446-A-1Y-3Y-6M-1Y-2M-0Y	2A	2M
13	SIS"S"/VEE"S"	CM58831-3M-2Y-2M-4Y-4M-0Y	3E	3M
15	BAGULA"S"	CM59123-3M-1Y-1M-1Y-1M-1Y-0M	2M	3A
51	GARUDA"S"	CM64224-5Y-1M-1Y-0M	4M	2M
52	MON"S"/VEE"S"	CM64241-3M-1Y-2M-1Y-2M-0Y	2A	2E
97	BOW"S"/PEEP"S"	CM67425-2Y-1M-1Y-1M-0Y	2E	3M
109	PF 70354/BOW"S"	CM67910-17Y-1M-4Y-2M-1Y-2M-0Y	2A	3E
117	BOW"S"/TAN"S"	CM68159-3Y-3M-1Y-2M-0Y	2M	2A
156	BOW"S"/GH"S"	CM69598-11Y-1M-1Y-2M-0Y	2E	2M
171	NKT"S"/URES	CM72718-19Y-1M-2Y-3M-0Y	2A	2E
173	YR/TRF"S"2 //BOW"S"/3/ANI"S"/VEE 5	CM73651-Q-1Y-1M-1Y-1M-0Y	2M	2A
181	PF7619/DOVE"S" //CEP7670	B 25813-A-1M-1Y-4M-1Y-2M-0Y	2A	4M
TL	ICTA OLINTEPEQUE	VEE 5	5M	4M

TL = Testigo local
 SEP TRI = *Septoria tritici*
 SEP NOD = *Septoria nodorum*

CUADRO 2. Cruza y lectura a *Septoria tritici* de 14 genotipos de trigo evaluados en San Carlos Sija, Quetzaltenango, septiembre de 1987.

Ent.	Variedad o Cruza	<i>Septoria tritici</i>
1	IAS58/3/KAL/BB//ALD/4/OLM/TRM//7C/ALD	9A
2	INCONGNITO TULUL	8A
3	OCEPAR 11=BATUIRA	8A
4	OCEPAR 7=JURUTI	8A
5	CGN//KAL//BB/3/VEE 8	7A
6	BJY"S"/JUP=OPATA	7A
7	VEE"S"/BUC"S"	7A
8	KVZ/3/TOB/CTFN//BB/4/BLO/5/SNB"S"	7M
9	CHIVITO 77	5E
10	ICTA SARA 82	4E
11	ICTA OLINTEPEQUE 85	3M
12	ICTA CHOCOYO*	2M
13	BLANQUICTA*	2E
14	ICTA XEQUIJEL*	1E

-
* Materiales promisorios en su última etapa de evaluación.

MEJORAMIENTO GENETICO DE TRIGOS HARINEROS PARA RESISTENCIA A *SEPTORIA TRITICI* EN EL AREA DE TEMPORAL HUMEDO EN MEXICO

B.L. Gómez L. y R.M. González I.
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
Pátzcuaro, Michoacán, México

Resumen

*En México el trigo ocupa el tercer lugar en superficie de siembra con 1 218 253 ha, de las cuales el 14% se cultiva bajo condiciones de temporal en la mesa central del país. Esta región reúne condiciones favorables para la aparición de la septoriosis, considerándose de mayor importancia *Septoria tritici*.*

*Las pérdidas de rendimiento que ocasiona esta enfermedad llegan a ser hasta de un 45%. La incidencia de *Septoria tritici* es mayor en la primera época de siembra (15 de junio) y baja gradualmente en siembras realizadas en la 2a., 3a. y 4a. época (25 de junio; 5 y 15 de julio).*

A partir de 1982, el programa de mejoramiento del INIFAP en colaboración con CIMMYT inició trabajos para resolver este problema. Esto ha permitido seleccionar materiales con niveles de resistencia aceptables. Como resultado de ello se cuenta en la actualidad con la variedad Curinda M-87, la cual se encuentra en proceso de liberación.

Introducción

En México se cultivan alrededor de 1 218 253 hectáreas de trigo, de las cuales 1 048 121 ha se siembran en condiciones de riego y las restantes 170 132 ha en temporal. De acuerdo con esto, este cultivo ocupa el tercer lugar en superficie de siembra y con una producción de 5 208 805 toneladas de grano (SARH 1986).

Las principales áreas trigueras de riego se ubican en el noroeste, el Bajío y el norte del país (Figura 1), en tanto que la superficie de temporal se distribuye en la Mesa Central (Figura 2). Los promedios de rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha) de 1925 a 1952 fueron de 655 a 863 respectivamente. A partir de 1953 (Figura 3) se observan incrementos substanciales hasta llegar en la actualidad de más de 4,0 t/ha, en 1985 (SARH, 1986). Estos incrementos son el resultado de nuevas variedades de trigo y tecnologías de producción adecuadas.

Entre los problemas más relevantes del cultivo en cuestión son las enfermedades. Entre ellas destacan las royas causadas por *Puccinia recondita* y *Puccinia graminis tritici*, bajo condiciones de riego y para temporal manchas foliares y de las glumas causadas por *Septoria tritici*, *Septoria nodorum*, *Fusarium* spp. y *Helminthosporium* spp.; además se presentan royas (*P. striiformis*), el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) y bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*).

La mesa central, concretamente en el eje neovolcánico (Fig. 4) es donde se siembra la mayor parte de la superficie de temporal. Esta región se localiza entre los paralelos 19° y 21° L.N. entre los meridianos 97 a 104° de L.O. del meridiano de Greenwich. Se ubica entre los 1800 y 2800 metros sobre el nivel del mar. La superficie cultivada presenta una topografía accidentada, con alrededor de la mitad de la superficie con pendientes mayores de 10%. Los suelos son altamente permeables y relativamente profundos, con textura que varía de ligera a mediana. Presenta un promedio de precipitación anual entre 600 a 1300 mm, distribuida principalmente durante los meses de junio a octubre; con medias de temperatura que varían de 11 a 18°C; durante el mismo periodo presentan una alta frecuencia de días nublados con más de 20 días por mes.

Los suelos en esta región presentan problemas de acidez y fijación de fósforo, el cual varía de acuerdo al pH que presentan.

Las principales causas que limitan la producción del cultivo de trigo en esta región son las enfermedades y problemas del suelo. A partir de 1982 el programa de mejoramiento de trigo del INIFAP en conjunto con CIMMYT inició trabajos para resolver estos problemas, los cuales han tenido gran éxito. Esta presentación documentará los logros en mejoramiento para rendimiento y resistencia a *Septoria tritici*.

Revisión de la literatura

A nivel mundial donde se presenta *Septoria tritici*, existen reducciones en rendimiento entre un 30 y 60% (Eyal, 1971; Rajaram y Dubin 1977; Saari y Prescott, 1975; Sewell y Caldwell, 1960; Stewart, 1972; Gebre-Mariam y Gebeyehu, 1985; Ramírez y Caglevic, 1975).

Mann *et al.* (1985) mencionan que las medidas de control de *Septoria tritici* que más se utilizan son: el genético, químico y el cultural; en este último destaca la rotación de cultivos y la eliminación de hospederos alternativos.

En lo referente al control genético, las fuentes de resistencia usadas con éxito en el programa de trigo en el CIMMYT (Mann *et al.*, 1985) son los trigos invernales de Rusia y las líneas de Brasil y Argentina. Según estos autores los progenitores más sobresalientes son IAS 58, PF 70245, MARINGA, BOBWHITE y IAS 20. Este último ha sido utilizado con éxito en retrocruzas con material susceptible (Wilson, 1985). Rosielle y Brown (1980) señalan que la correlación entre resistencia y altura de planta no es un impedimento para seleccionar resistencia, lo que confirman Scott *et al.* (1982), al mencionar que existe resistencia considerable, independiente de los días a madurez y altura de planta.

El CIMMYT conjunto con INIFAP utiliza el area de Pátzcuaro, Michoacán, México para seleccionar materiales resistentes a *Septoria tritici*, ya que en esta zona el desarrollo de la enfermedad ocurre en forma natural y se presenta de manera severa cada verano. Los genotipos seleccionados en general son altos con madurez tardía (Torres, 1977). Eyal (1971) señala que las siembras tardías pueden acortar los ciclos epidémicos de la enfermedad.

La protección con fungicidas ha sido empleada como parte integral del sistema del manejo del cultivo con el propósito de asegurar los altos rendimientos en variedades semienanas susceptibles (Cooke y Jones, 1970). Los ditiocarbamatos como el Mancozeb, Zineb, Maneb y Manzate, han sido eficaces en controlar la septoriosis. Djerbi *et al.* (1976) mencionan que es benéfico para los sembradores de trigo en Florida, realizar tres aplicaciones con Mancozeb antes de que aparezca la hoja bandera. Los fungicidas sistémicos, como el Benomyl, Bayleton y Tilt, han sido eficaces en el control de la septoriosis en Israel. Carmi (1982) indica que dos aplicaciones sucesivas con Benomyl y Tilt, una en estado temprano (macollamiento) y la otra en encañe, con un umbral de cubrimiento de 5% en dos o tres hojas inferiores a la bandera, son efectivas ya que producen desarrollo más lento de *S. tritici*, lo cual se refleja en un aumento significativo en rendimiento y del peso de los granos.

En Nueva Zelanda, una sola aplicación de Benomyl, en dosis de 0,25 kg i.a./ha en estado de 4 a 5 hojas fue adecuada para el control de septoriosis de la hoja (Sanderson y Haptan, 1980).

Horsten y Fehrmann (1978) señalan que el éxito en disminuir el impacto de las enfermedades foliares sobre el potencial de rendimiento depende de la integración de todos los componentes del esquema de manejo de las enfermedades. Estos componentes incluyen epidemiología, prácticas culturales, protección genética, control químico, control biológico y servicio de extensión.

Materiales y métodos

Localización y sitios de estudio para *Septoria tritici*

Los trabajos del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias) para el mejoramiento de trigo en *Septoria tritici* se encuentran ubicados en Pátzcuaro, Michoacán; Sierra de Jalisco, Jalisco, y Toluca, Estado de México; su localización, altitudes y precipitación se presentan en el Cuadro 1. Estos trabajos se coordinan con el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), del cual proviene la mayoría de los progenitores que se evalúan y seleccionan en estos ambientes.

Material genético

El material genético evaluado durante los últimos cinco años en Pátzcuaro, Mich., aparece en el Cuadro 2.

Control químico

En la Sierra y Altos de Jalisco se evaluaron siete variedades comerciales con diferentes reacciones a *Septoria tritici*, las cuales fueron: SALAMANCA S-75, IMURIS T-79, TEZOPACO S-76, ANAHUAC F-75, GLENNSON M-81, GENARO F-81 y TONICHI S-81. Los tratamientos probados fueron control químico contra no control. Para el control químico se utilizó la mezcla de fungicidas Benomyl + Mancozeb en dosis de 0,27 y 1,10 kg/ha i.a., respectivamente. Las aplicaciones se efectuaron desde el inicio de los

síntomas hasta la etapa de grano masoso (3 aplicaciones). Las variables medidas fueron grado de ataque de *Septoria tritici* y rendimiento.

Fechas de siembra

Se establecieron en Pátzcuaro, Mich., cuatro fechas de siembra (15, 25 de junio y 5, 15 de julio) en los genotipos, GLENNSON M-81, PAVON F-76, CURINDA M-87, ANAHUAC F-75, y VEE"S". Las variables medidas fueron grado de ataque de *Septoria tritici* y rendimiento.

Selección de trigos harineros resistentes a Septoria tritici

El material seleccionado de introducción se evalúa por lo menos durante tres o cuatro años en varias localidades del área de Pátzcuaro para probar su estabilidad, rendimiento y reacción a *S. tritici*.

Resultados y discusión

Control químico

En el ensayo establecido en la Sierra y Altos de Jalisco, hubo diferencia significativa entre el control químico y no control a nivel de significancia del 5%. Las pérdidas registradas por diferencia entre el rendimiento de la parcela con control químico y no control oscilaron de 9,0 a 49,4% en la Sierra de Jalisco y de cero a 29,3% en los Altos de Jalisco (Cuadro 3); esto indica que la incidencia de *S. tritici* fue más alta en condiciones de Sierra. Bajo estas condiciones las variedades susceptibles como SALAMANCA S-75 no responden a la aplicación de fungicidas y en las variedades como GLENNSON 81, TONICHI 81 y GENARO 81, la incidencia de la septoriosis aun con control es de 3 a 6, en una escala de 0-9, lo que indica la necesidad de contar con variedades resistentes.

Fechas de siembra

El análisis estadístico para rendimiento mostró significancia al 5%, por lo que se procedió a la separación de medias. Entre las fechas, la que dio mejor resultado fue el 25 de junio (Cuadro 4) aún con nota 6 de septoriosis, lo que indica que el ambiente es propicio, tanto para la expresión de *Septoria tritici* como de genotipo.

Como se muestra en el Cuadro 5, la incidencia de *Septoria tritici* fue disminuyendo de acuerdo a la fecha de siembra; por lo que en siembras más tardías la presencia de *Septoria* fue menor. En lo que respecta a rendimiento no fue así. Los genotipos que tuvieron mayor rendimiento el 15 de junio son: VEE"S", URES T-81 y PAVON F-76; y el 25 de junio: ANAHUAC F-75, GLENNSON M-81 y CURINDA M-87.

La variedad CURINDA presentó la mayor resistencia a *Septoria* y GLENNSON la más alta susceptibilidad, con nota de infección de 4 y 8, respectivamente (Cuadro 6). Esto se refleja en el rendimiento, ya que CURINDA superó a GLENNSON M-81 con 1 703 kg/ha. Esta diferencia se debe a que CURINDA fue seleccionada para estas condiciones.

Lo anterior nos indica que el uso de genotipos resistentes a *Septoria tritici* nos da buenos rendimientos, los cuales pueden incrementarse al manejar adecuadamente la fecha de siembra.

Selección de trigos harineros resistentes a Septoria tritici

En el Cuadro 7, se muestran los genotipos sobresalientes de los ensayos evaluados en 1986, los cuales difieren tanto en rendimiento, y reacción a *Septoria*. Los rendimientos variaron desde 3 229 a 4 063 kg/ha y la reacción a *S. tritici* de 1 a 5. El testigo ANAHUAC F-75 produjo un rendimiento de 2 851 y fue susceptible a *S. tritici* con una nota de 8. Estas líneas avanzadas superaron al testigo tanto en rendimiento como en reacción a *Septoria tritici*.

Otros grupos de materiales genéticos sobresalientes evaluados en 1984, 1985 y 1986 se presentan en el Cuadro 8. En éste se evalúan los genotipos con tres años de prueba, de los cuales pueden obtenerse las futuras variedades del programa. Las líneas IAS 20/H 567.71 y PF 70354/YACO"S", están en el primer grupo de significancia, con incrementos en rendimiento sobre ANAHUAC F-75 de 1 666 y 1 604 kg/ha, respectivamente. Las notas de infección para *S. tritici* de estos genotipos fueron de 2 y 5.

Como se observó en los Cuadros 7 y 8, los progenitores que muestran mayor tolerancia a *Septoria tritici* son IAS 20, IAS 58, PF 70354, BOW"S" y ALD"S". Esto confirma el trabajo reportado por Rosielle (1985) y Wilson (1985), en el cual señalan que han utilizado estos progenitores con gran éxito en retrocruzas con material susceptible.

Logros en mejoramiento para resistencia a Septoria tritici

La variedad CURINDA M-87 fue evaluada como línea experimental (IAS58/4/KAL/BB//CJ/3/ALD"S"), durante cuatro ciclos en diferentes ambientes del área de Pátzcuaro, Mich. Las medias de rendimiento por ambiente y por año se indican en el Cuadro 9. Los incrementos de rendimiento sobre los trigos PAVON F-76 y ANAHUAC F-75 han variado en años y ambientes de 17 a 124%.

En el Cuadro 10, se observa el incremento de rendimiento de CURINDA M-87 sobre PAVON F-76 y ANAHUAC F-75 en cuatro ciclos de evaluación, el cual fue de 1 280 y 1 240 kg/ha, respectivamente. Estos incrementos se deben principalmente a que este genotipo presenta resistencia a *S. tritici* (Cuadro 11).

CURINDA M-87 es una variedad alta, con 110 cm, su hábito de crecimiento es de primavera y su madurez es tardía con 142 días. El color del grano es blanco, presenta buena calidad molinera con rendimiento de harina del 70% y tiene gluten medio con 10.3% de proteína (Cuadros 11 y 12).

Conclusiones

1. *Septoria tritici* causa pérdidas en rendimiento de 9,5 a 45,5% en la Sierra de Jalisco y de cero a 29,3% en los Altos de Jalisco.
2. En la región de Pátzcuaro, Mich., México, la incidencia de *Septoria tritici* es mayor en siembras tempranas y baja en forma gradual en siembras tardías.
3. De los genotipos evaluados en fechas de siembra en la región de Pátzcuaro, Mich., México, CURINDA M-87 presentó la mayor resistencia a *S. tritici* y el más alto rendimiento; mientras que GLENNSON M-81 fue el más susceptible y el de rendimiento más bajo. Con esta práctica se puede superar el rendimiento en el material resistente.
4. Las líneas IAS 20/H 567.71 y PF 70354/YACO "S" cuentan ya con tres ciclos de evaluación, en los cuales han presentado resistencia a *Septoria tritici* y rendimientos superiores al testigo (ANAHUAC F-75). Estas líneas se van a evaluar un ciclo más, para corroborar sus datos y poder lanzar la mejor como variedad.
5. La línea (IAS 58/4/KAL/BB//CJ/3/ALD"S"), con datos de cuatro ciclos de evaluación, en los cuales superó en rendimiento al testigo ANAHUAC F-75 en un 51% y presentó resistencia a *S. tritici* con nota de infección de 5, fue lanzada como variedad CURINDA M-87.

Investigación en el futuro

Se pretende mejorar el promedio actual nacional de rendimiento en los trigos de temporal que es de 1,5 t/ha con las siguientes estrategias:

1. Resistencia a enfermedades
2. Resistencia a suelos ácidos
3. Aumento del potencial de rendimiento

Seleccionando materiales con las características antes mencionadas podríamos obtener rendimiento de 4-6,0 t/ha. Además se pretende incrementar la siembra de trigos en temporal de 170 000 a 500 000 ha en el año 2000, lo cual se puede obtener, si se incorporan nuevas áreas con potencial o sustituyendo cultivos no redituables.

Los logros de estos objetivos nos llevarían a obtener de 6 a 7 millones de toneladas de este grano, con lo que se cubriría la demanda nacional en el siguiente siglo.

Bibliografía

Carmi, O. 1982. Chemical control of *Septoria* leaf blotch of wheat caused by *Septoria tritici* Rob. ex Desm. M.Sc. Thesis, Tel Aviv University, Israel. pp. 149 (resumen en inglés).

- Cooke, B.M. y D.G. Jones. 1970. A Field Inoculation Method for *Septoria tritici*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 54: 221-226.
- Djerbi, A., A. Ghodbane, A. Daaloul y G. Varughese. 1976. Studies on the Septoria Leaf Blotch disease of wheat: Search for resistant germplasm to *Septoria tritici*. Rob. ex Desm. Poljopr. Znan. Smotra 39: 137-142.
- Eyal, Z. 1971. The kinetics of pycnidiospore liberation in *Septoria tritici* Can. J. Bot. 49:1095-1099.
- Gebre-Mariam, H. y G. Gebeyehu. 1985. Evaluation of bread wheat genotypes for their resistance to *Septoria tritici* blotch. In *Septoria of Cereals* Proceeding of the Workshop held August 2-4 1983, at Montana State University, Bozeman, Montana. Editor A.L.Scharen
- Horasten, J. y J. Fehrmann. 1978. Fungicide resistance in *Septoria nodorum* and *Pseudocercospora herpotrichoides*. Effect of fungicide. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 87: 439-453.
- Mann, C.E., S. Rajaram, y R.L. Villareal. 1985. Progress in breeding for *Septoria tritici* resistance in semi-dwarf spring wheat at CIMMYT. In *Septoria of Cereals*; Proceedings of the Workshop held August 2-4, 1983, at Montana State University, Bozeman, Montana. Editor A.L. Scharen.
- Rajaram, S. y H.J. Dubin. 1977. Avoiding genetic vulnerability in semi-dwarf wheats. Ann. N.Y. Acad. Sci. 287:243-254.
- Ramírez, I. y M. Caglevic. 1985. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Dis. Repr. 59:377-380.
- Sanderson, F.R. y J. G. Haptan. 1978. Role of the perfect stages in the epidemiology of the common *Septoria* diseases of wheat. N.Z.F. Agri. Res. 21:277-281.
- SARH. 1986. Econotécnica Agrícola N° 9. SARH-DGEA y Dirección General de Desarrollo Agrícola, SARN.
- Scott, P.R., P.W. Benedikz y C.J. Cox. 1982. A genetic study of the relationship between height, time of ear emergence and resistance to *Septoria nodorum* in wheat. Plant Pathology 31:45-60.
- Sewell, W.D. y R.M. Caldwell. 1960. Use of Benzimidazole and excised wheat seedling leaves in testing resistance to *Septoria tritici* (Abstr.) Phytopathology 50:654.
- Torres, E. 1977. Informe Anual del CIMMYT. CIMMYT. Mexico.
- Wilson, R.E. 1985. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* in wheat. In *Septoria of Cereals*: Proceedings of the Workshop held August 2-4, 1983, at Montana State University, Bozeman, Montana. Editor A.L. Scharen.

Abstract

*In Mexico 1,218,253 ha are sown to wheat, which puts it in third place among crops in amount of cultivated area. Fourteen percent is currently planted under rainfed conditions in the central highlands. In this region conditions favor the occurrence of septoria diseases, especially those caused by *Septoria tritici*.*

Septoria can cause yield losses of up to 45%. Its incidence is highest during the early planting season (15 June) and diminishes gradually in the second, third, and fourth planting season (25 June; 5 and 15 July).

The INIFAP breeding program and CIMMYT have been working on this problem since 1982. They have selected materials with acceptable levels of resistance. As a result, Curinda M-87, a resistant variety, is in the process of being released.

CUADRO 1. Localización y características climáticas de Pátzcuaro, Tepatitlán y Toluca.

Localidad	Altitud msnm	Prec. mm	Localización		Temperatura media (°C)
			Lat.	Long.	
Pátzcuaro	2 374	1401	19°27'	101°44'	15
Sierra de Jalisco	1 960	1319	20°01'	103°32'	16
Toluca	2 640	1000	19°17'	99°39'	13

CUADRO 2. Material evaluado y seleccionado durante cinco veranos en Pátzcuaro, Mich., México.

Año	Tipo de ensayo	Líneas evaluadas	Líneas seleccionadas
1982	ALSN	256	*
	ISEPTON	106	*
1983	PC-HARI	791	175
	16TN	1255	16
1984	ISEPTON	156	5
	ALSN	88	9
	CB	480	12
	PC-HARI	1000	20
1985	CB	212	3
	PC-HARI	615	19
	4TH-SCAB	110	10
	L.A. YANGTZE	164	14
	19TH	185	3
	LACOS	136	6
	HIGHLAND	150	2
	MISCELANEOS	107	2
	ISEPTON	157	7
	L.A. AL	156	12
1986	CB	160	6
	MISCELANEOS	170	5
	LACOS	90	13
	PC-SCAB	130	7
	AL-BRASIL	140	30
	L.A. AL	130	38
	PC-AL	148	9
	PC-AL	680	18

* Se perdió por heladas.

CUADRO 3. Grado de ataque y pérdidas en 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						
	S. tritici*		Rendimiento		%	S. tritici		Rendimiento		%		
	S.C.	C.C.	S.C.	DIF.		S.C.	C.C.	S.C.	DIF.			
GLENNSON M-81	4	2	4226	4278	52	0.0	6	4	3308	2036	1272	38.5
TONICHI S-81	3	1	3154	2926	228	7.2	6	4	3204	1748	1456	45.4
ANAHUAC F-75	5	2	3792	3013	778	20.5	7	5	2869	1947	922	32.1
GENARO F-81	4	1	4224	3437	763	17.4	5	3	2612	1690	922	35.3
TESOPACO S-76	4	2	4077	4077	0.0	0.0	7	4	2392	2164	228	9.5
IMURIS T-79	6	4	4051	3724	327	8.1	8	6	2194	1576	618	28.2
SALAMANCA S-75	8	6	2911	2057	854	29.3	9	9	476	364	112	-
MEDIA	5	3	3776	3366	410	10.8	7	5	2437	1646	791	31.5
C.V.			13	%					17	%		

S.C. = Sin control C.C. = Con control * Escala 0-9

CUADRO 4. Separación de medias de rendimiento de 6 variedades y su reacción a *Septoria tritici* en diferentes fechas de siembra en Pátzcuaro, Michoacán, México, 1986.

Fecha de siembra	Rendimiento kg/ha	Septoria* tritici
25 de junio	1 969 a	6
15 de junio	1 893 a	7
5 de julio	1 413 b	5
15 de julio	1 173 b	4
C.V.	17%	

* Escala 0-9

CUADRO 5. Separación de medias de rendimiento y reacción a *Septoria tritici* en la interacción de variedades de trigo y fechas de siembra, Pátzcuaro, Mich., México, 1986.

No. Variedad	15 de junio		25 de junio		5 de julio		15 de julio	
	Rend. kg/ha	Sept. tritici	Rend. kg/ha	Sept. tritici	Rend. kg/ha	Sept. tritici	Rend. kg/ha	Sept. tritici
4 CURINDA	2,833a	5	4	3,180a	4	2,629a	4	2,291a
6 VEE"S"	2,100b	7	5	2,311b	6	1,933ab	5	1,435bc
3 URES T-81	2,516c	7	6	2,096b	5	1,303de	6	1,005cd
2 PAVON F-76	1,482c	6	3	1,614c	7	1,021ef	8	982cd
5 ANAHUAC F-75	1,385c	7	1	1,540c	8	953ef	5	675d
1 GLENNSON M-81	1,025d	8	2	1,072d	7	639f	6	650d

* Escala 0-9

CUADRO 6. Separación de medias de rendimiento de 4 fechas de siembra y su interacción con *Septoria tritici* en diferentes genotipos en Pátzcuaro, Michoacán, México, 1986.

Variedad	Rendimiento kg/ha	Septoria* tritici
CURINDA M87	2 746 a	4
VEE"S"	1 891 c	5
ANAHUAC F-75	1 487 d	6
URES T-81	1 440 e	6
PAVON F-76	1 145 e	6
GLENNSON M-81	964 e	7
Media	1 612	
C.V.	14%	

* Escala 0-9

CUADRO 7. Características agronómicas y rendimiento medio de las líneas avanzadas de trigos harineros resistentes a *Septoria tritici*, Pátzcuaro, Mich., México, 1986.

Variedad o cruza	Alt. (CM)	Días a		Reacción* Septoria tritici	Peso Hl	Rendimiento kg/ha
		Floración	Madurez			
F6.74/BUN"S"//SIS"S"	100	105	160	5	69	4063 A
PF70354/BUC"S"	75	100	160	3	72	3859 AB
IAS20/H567.71//5*IAS20	95	87	156	3	71	3790 ABC
F6.74/BUN"S"//SIS"S"	110	74	164	4	71	3524 ABCD
IAS20/H567.71//5*IAS20	110	99	160	1	72	3476 ABCDE
BH1146//KAL/2B/3/COC/4/SIS"S"/CAN"S"/ALD"S"	80	75	158	5	69	3472 ABCDE
BOW"S"/VEE"S"	80	71	156	5	65	3405 ABCDEF
MON"S"/ALD"S"	100	69	156	3	69	3370 ABCDEFG
BOW"S"/VEE"S"	90	64	160	5	72	3271 ABCDEFGH
KIME#23/4/CN067/7C//KAL/BB/3/PCI"S"/BOW"S"	90	85	162	4	68	3243 ABCDEFGHI
PF70354/YACO"S"	95	93	160	5	68	3229 ABCDEFGHI
ANAHUAC F-75 (TESTIGO)	80	64	154	8	69	2851 CDEFGHI

C.V. =25%
X =2889

SX =252.41
* Escala 0-9

CUADRO 8. Características agronómicas y rendimiento medio de las líneas avanzadas de trigos harineros resistentes a *Septoria tritici*, Pátzcuaro, Mich., México, 1984, 1985 y 1986.

Variedad o cruza	Altura cm	Días a		Reacción Septoria tritici	Peso Hl	Rendimiento kg/ha
		Floración	Madurez			
IAS20 -H567.71	90	75	169	2	70	3514 AB
PF70354	85	75	160	5	70	3452 AB
BOW"S"-PF74354	95	70	164	4	70	3386 BC
PF70354-BOW"S"	90	75	166	5	71	3349 BCD
JAC-ALD"S"	75	73	164	4	68	3285 BCDE
PF72640-PF7326xPF7065/ALD"S"/	115	63	166	5	69	3130 CDEF
ALUMINIO No. 5 (=CURINDA M-87)	110	78	162	4	73	3108 CDEF
THB"S"	105	63	164	4	71	3071 DEF
IAS (20) -H567.71	90	65	162	3	68	3054 EFG
*ANAHUAC F-75 (TESTIGO)	95	63	158	8	66	1848 KLM

* Escala 0-9 X =2940

CUADRO 9. Rendimiento promedio de CURINDA M-87 por localidad, comparado con dos testigos ANAHUAC F-75 y PAVON F-76, Pátzcuaro, Mich., México, 1982-1985.

Año	Localidades	CURINDA M-87 kg/ha	% Inc. sobre ANAHUAC	ANAHUAC	F-75 kg/ha	PAVON kg/ha	F-76 %	No. Exps.
1982	SAN GREGORIO	3323	130	137	2550	2416	100	1
	PARAMUEN	3922	192	210	2040	1860	100	1
1983	POTZUMARAN	4085	127	150	3206	2723	100	1
	NAHUATZEN	4011	138	171	2893	2340	100	1
	POMACUARAN	2980	128	117	2324	2540	100	1
1984	S. TANGAMANDAPIO	3979	136	226	2908	1758	100	1
	V. MADERO	4513	154	150	2825	3000	100	1
	POTZUMARAN	3267	200	224	1633	1458	100	1
	CHARAPAN	3913	161	126	2425	3095	100	1
1985	NAHUATZEN	3670	156	134	2340	2720	100	1
	SAN GREGORIO	3226	162	135	1980	2373	100	1
	POTZUMARAN	3568	162	134	2190	2662	100	1

CUADRO 10. Medias de rendimiento de la variedad CURINDA M-87 y dos testigos regionales evaluados en cuatro ciclos, Pátzcuaro, Mich., México.

Variedad	Rendimiento kg/ha				x̄	%
	1982	1983	1984	1985		
CURINDA M-87	3,622	3,692	3,918	3,488	3,680	100
PAVON F-76*	2,138	2,534	2,327	2,585	2,396	65
ANAHUAC F-75*	2,295	2,807	2,447	2,170	2,430	66

CUADRO 11. Características agronómicas y reacción de *Septoria tritici* de la variedad CURINDA M-87 comparada con dos testigos.

Variedades	Septoria tritici*	Días a floración	Días a madurez	Altura cm
CURINDA M-87	5*	78	142	110
PAVON F-76	8	68	130	85
ANAHUAC F-75	8	65	128	80

* Escala 0-9

CUADRO 12. Características de calidad industrial de la variedad CURINDA M-87 comparada con dos testigos.

Variedades	Color grano	Proteína %	Rend. harina %	Tipo gluten
CURINDA M-87	Blanco	10.3	70	Medio
ANAHUAC F-75	Rojo	10.2	68	Fuerte
PAVON F-76*	Blanco	9.4	69	Fuerte

* Testigos

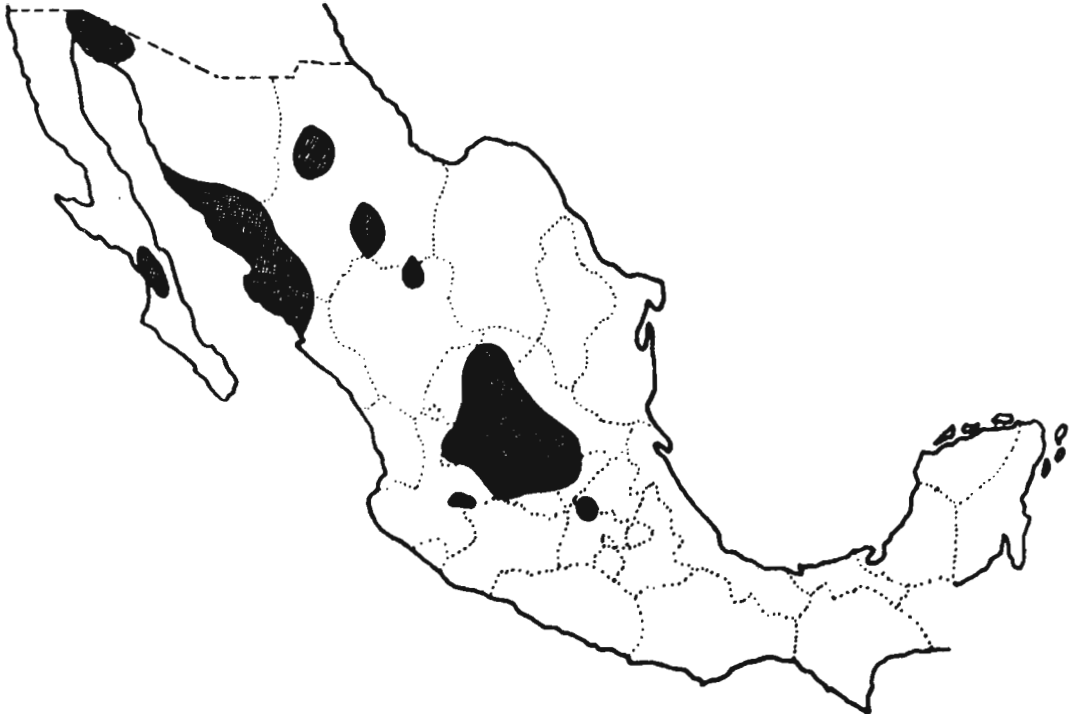


Figura 1. Areas trigueras de riego en México.



Figura 2. Areas trigueras de temporal en México.

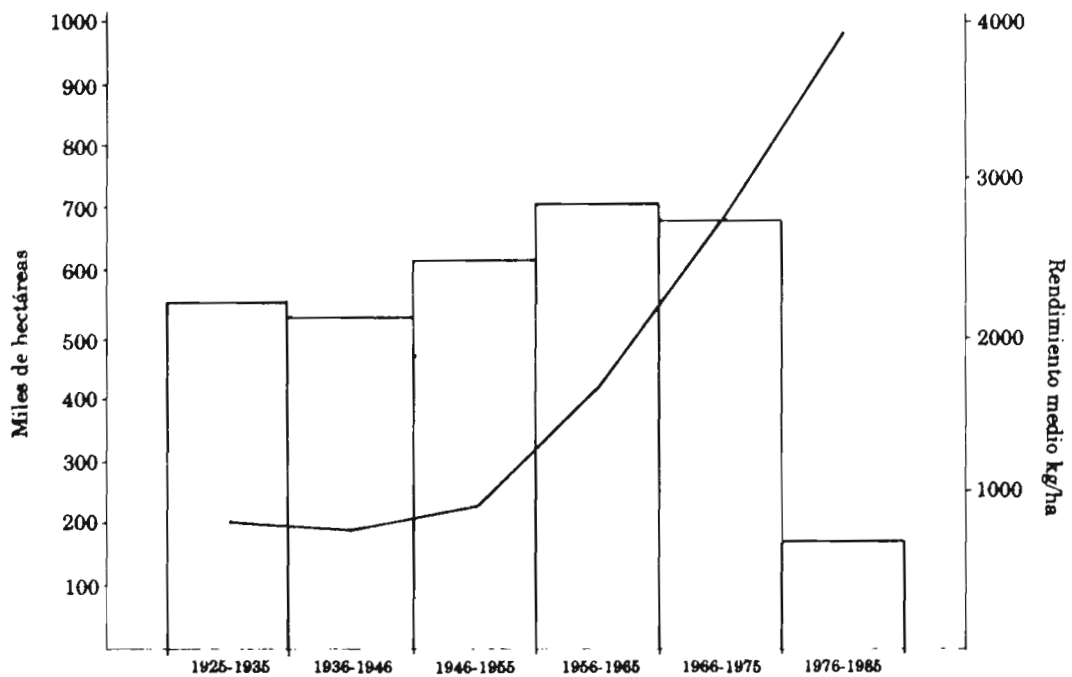


Figura 3. Superficie y rendimiento medio del trigo en México de 1925 a 1985.

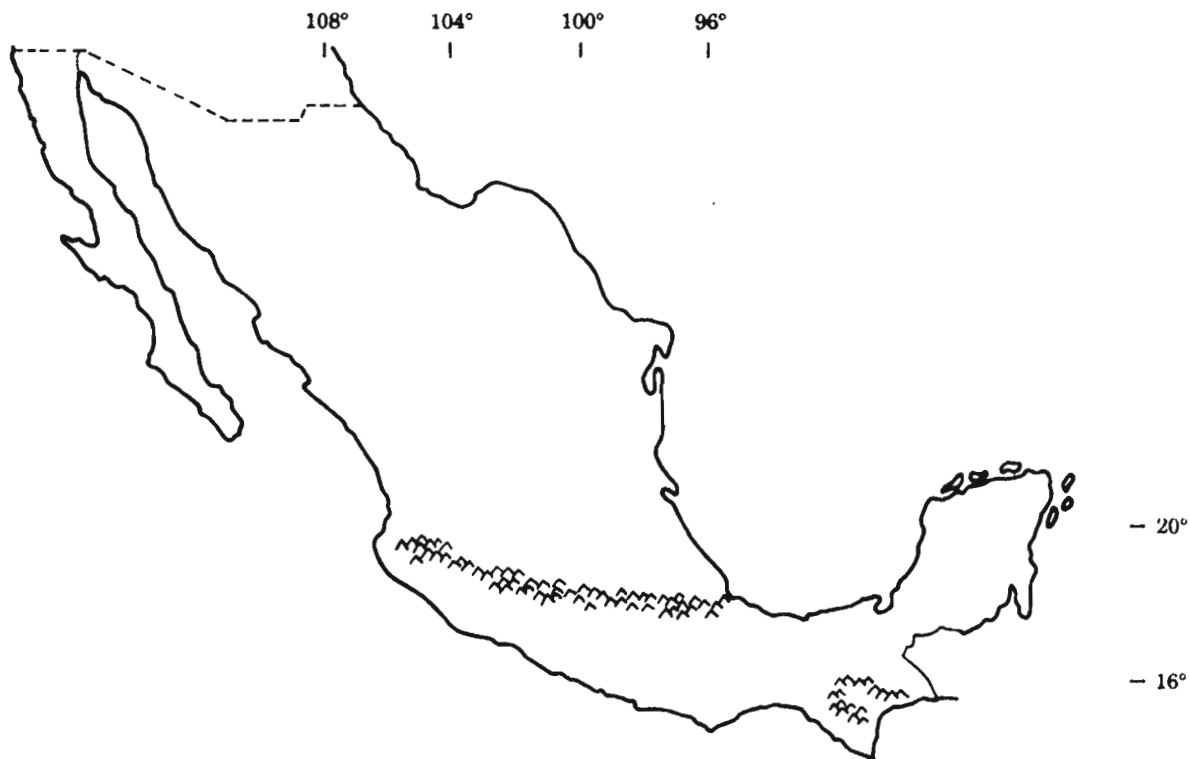


Figura 4. Ubicación del eje neovolcánico.

IMPORTANCIA Y DISTRIBUCION DE LA SEPTORIOSIS EN EL PARAGUAY

L. de Viedma
CRIA/MAG, Capitán Miranda, Paraguay

H. Delgado
IAN/MAG, Caacupé, Paraguay

Resumen

Durante la última década la producción de trigo en Paraguay ha crecido muy significativamente. Por la situación geográfica del país y las condiciones ambientales, las epidemias de manchas foliares causadas por el complejo de septoriosis, helmintosporiosis y bacteriosis son irregulares.

*La presencia de manchas causadas por *Septoria tritici* sólo operan en los años con temperatura baja y en el sur del país. Las epidemias causadas por *Septoria nodorum* son más regulares.*

*La resistencia proveniente de los trigos invernales como *Kaukaz* y *Aurora* ha dado origen a varias líneas avanzadas con mejor resistencia a la septoriosis.*

Introducción

El cultivo del trigo en el Paraguay está localizado en su mayor parte en la Región Oriental. El Departamento de Itapúa es el mayor productor, con 57% del total del área nacional, seguido del Departamento de Alto Paraná que ocupa el 25%. Las demás regiones trigueras ocupan un menor porcentaje en el total de área cultivada (Mapa N° 1).

La producción del cultivo del trigo registró un considerable aumento en los últimos años, debido principalmente a la difusión de variedades de alto potencial de rendimiento y el desarrollo de un conjunto de tecnologías para el control de las enfermedades fungosas que atacan al cultivo.

La campaña triguera de 1986, con una producción de 233 541 toneladas y un rendimiento promedio de 1 520 kg/ha, es la mayor registrada en el país hasta el momento.

En la presente campaña, durante el desarrollo del cultivo se observó un prolongado déficit hídrico; sin embargo, las lluvias de setiembre favorecieron la recuperación de la mayoría de los cultivos, esperándose una cosecha con excelentes rendimientos.

Importancia de la septoriosis en el Paraguay

Las primeras informaciones sobre la ocurrencia de la septoriosis de la hoja (*Septoria tritici*) y la septoriosis de la gluma (*Septoria nodorum*) en el Paraguay fueron reportadas en el año 1952.

La septoriosis de la gluma, considerada de mayor importancia, ocurre en algunos años con bastante intensidad, atacando hojas, tallos y espigas y reduciendo drásticamente la producción del trigo. En muchos casos, está asociada con otras enfermedades como la helmintosporiosis y la giberela. En cambio *Septoria tritici* se presenta con menos frecuencia, y sólo en años frescos y húmedos.

Desde el inicio del Programa Nacional del Trigo en 1966, se citan los años 1972 y 1975 en que la *Septoria nodorum* estuvo presente y difundida en las regiones trigueras del país. A partir de los años mencionados la enfermedad no ha alcanzado niveles de infección importantes en las principales áreas de producción. Sin embargo, se considera a la septoriosis de la gluma como un peligro potencial dentro del complejo de manchas foliares que atacan al cultivo.

En 1972 se presentaron condiciones climáticas muy desfavorables para el cultivo del trigo. En los meses de setiembre y octubre (grano lechoso a maduración) se registraron precipitaciones abundantes y muy frecuentes con temperaturas moderadas que favorecieron fuertes epifitias de septoriosis y giberela, que ocasionaron pérdidas de hasta 70%. Como consecuencia de esto, el área sembrada disminuyó drásticamente, iniciándose una lenta recuperación hasta 1975 en que se repitió la experiencia del año 1972.

En la gráfica 1 pueden observarse los rendimientos obtenidos a nivel nacional en años considerados críticos (1972 y 1975).

En el año 1975 la mayor intensidad del ataque de la septoriosis y giberela se manifestó en las siembras tardías y semitardías en los Departamentos de Caaguazú, Misiones e Itapúa, siendo San Pedro y Amambay las zonas menos afectadas.

Es importante mencionar que las áreas de producción de trigo presentan características distintas y por lo tanto la ocurrencia de enfermedades no es la misma. Las zonas sur y este del país se caracterizan por su clima húmedo, donde se presentan un complejo de enfermedades (royas, septoriosis, helmintosporiosis y giberela). En las otras zonas productoras que presentan un clima más seco (Amambay, San Pedro) el efecto de las enfermedades es menos drástico.

En el año 1985, condiciones climáticas consideradas anormales en el periodo de floración y formación de granos provocaron niveles de infección considerables de la bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*), especialmente en variedades muy susceptibles.

En el año 1983, en el campo experimental del CRIA de Capitán Miranda se observó un ataque generalizado de *S. nodorum*, conjuntamente con la bacteriosis, lo que dificultó evaluar con certeza el grado de ataque de la septoria. En ese mismo año, se verificó la presencia de *S. nodorum* en la variedad IAN 7 en el Departamento de Alto Paraná.

Con relación a *S. tritici*, en el presente año se registraron niveles importantes de infección en materiales sembrados en la primera época de la siembra (20

de abril). Los mismos materiales sembrados en mayo y junio registraron niveles relativamente bajos de infección.

Los trabajos de investigación

Cuando se inició el programa de cruza locales no se disponía en el país de fuentes de alta resistencia a la septoriosis. A partir de 1975, se introdujo una colección de variedades y líneas portadoras de resistencia, la mayoría de origen brasileño. Estos expresaron tipo agronómico indeseable y susceptibilidad a las royas y oidio, los cuales limitaron la utilidad de las cruza con materiales locales.

En los años subsiguientes fue posible la selección de materiales con resistencia a *Septoria tritici*, derivada de KAVKAZ y AURORA. Sin embargo, la ausencia de condiciones favorables para el desarrollo de epifitias, en los últimos años no ha permitido realizar una selección local eficiente para este carácter, en condiciones de campo de las estaciones experimentales.

Actualmente se cuenta con un grupo de materiales que constituyen fuentes de resistencia a las septorias y que fueron introducidas en el Bloque de cruzamiento del IAN, Caacupé. Los mismos fueron seleccionados considerando su comportamiento en los últimos años en el Cono Sur.

En el Cuadro Nº 1 se presenta la lista de los materiales mencionados anteriormente.

Viveros cooperativos

En la presente temporada se instalaron viveros específicos de *Septoria* en el Instituto Agronómico Nacional (IAN-Caacupé) y en el Centro Regional de Investigación Agrícola (Cria-Cap. Miranda). Los viveros sembrados fueron: ISEPTÓN y Vivero de Septorias del USDA. Los mismos fueron expuestos a infección natural. No fue posible evaluar la reacción a *Septorias* del material en el presente ciclo del cultivo, debido a escape.

Bibliografía

1. Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Banco Nacional de Fomento. Programa Nacional de Trigo. Asunción, Abril de 1972, 112p.
2. Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigación y Extensión Agropecuaria y Forestal. Programa Nacional de Investigación y Experimentación Triguera. Informe Anual, 1975.
3. Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. DIEAF - CRIA. Datos climáticos 1964 - 1984. Capitán Miranda, 1986.
4. Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. DIEAF. Informe Anual del CRIA, años 1977/86.

5. Torres R. y Pedretti R. 1981. Informes del Paraguay en Reuniao dos especialistas em Septoria e Giberela. Programa IICA-CONO SUL/BID. Passo Fundo, Brasil.

Abstract

Wheat production in Paraguay has grown considerably in the past decade. Leaf blotch epidemics caused by the septoria, helminthosporium, and bacterial complex occur irregularly due to the country's geographical location and weather conditions.

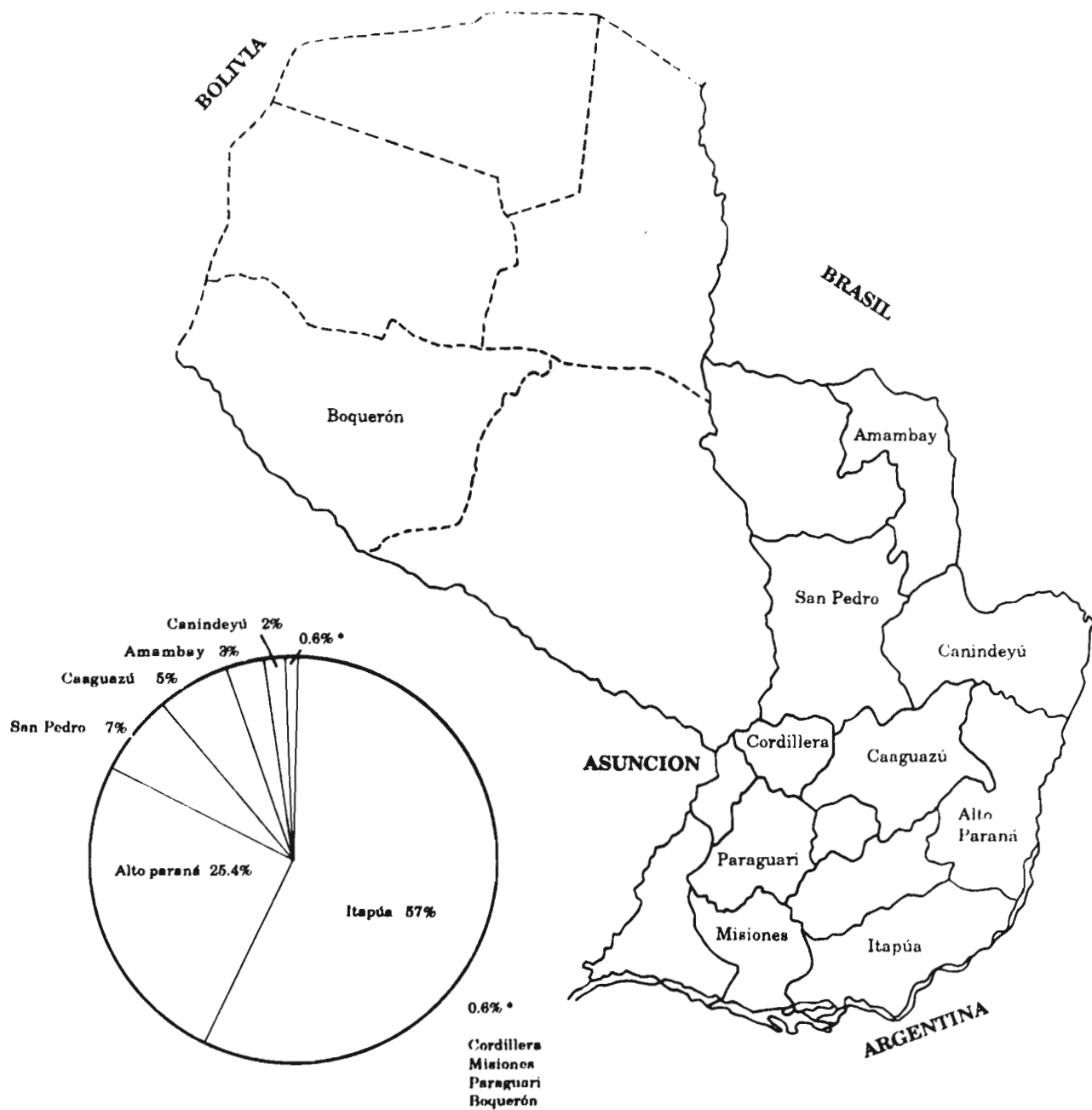
Leaf blotch by Septoria tritici only appears in low temperature years and is restricted to the southern part of the country. Septoria nodorum epidemics are more regular.

Resistance from winter wheats such as Kavkaz and Aurora have made it possible to develop several advanced lines possessing improved septoria resistance.

CUADRO 1. Fuente de resistencia a *Septoria* spp introducidas en el bloque de cruzamiento del IAN, Caacupé, 1987.

1. KVZ/K4500 LA 4	SWO 176	(E-7907)
2. CHILERO "S"	CM 66684	(C-85004)
3. THORNBIRD "S"	F 11915	(C-81211)
4. FINK "S"	CM 41680	
5. OASIS/IAS 61	B 23828	
6. OASIS/TRM	SWM 7094	
7. BAGULA "S"	CM 59123	
8. PF 70354/YACO"S"	CM 67911	
9. GV/AZ/MUS"S"	CM 41257	
10. CMH 74 A.754//PEL 72380/ATR	CMH 77.204	

Distribución porcentual por departamentos de la superficie total cultivada con trigo en el Paraguay, 1986.



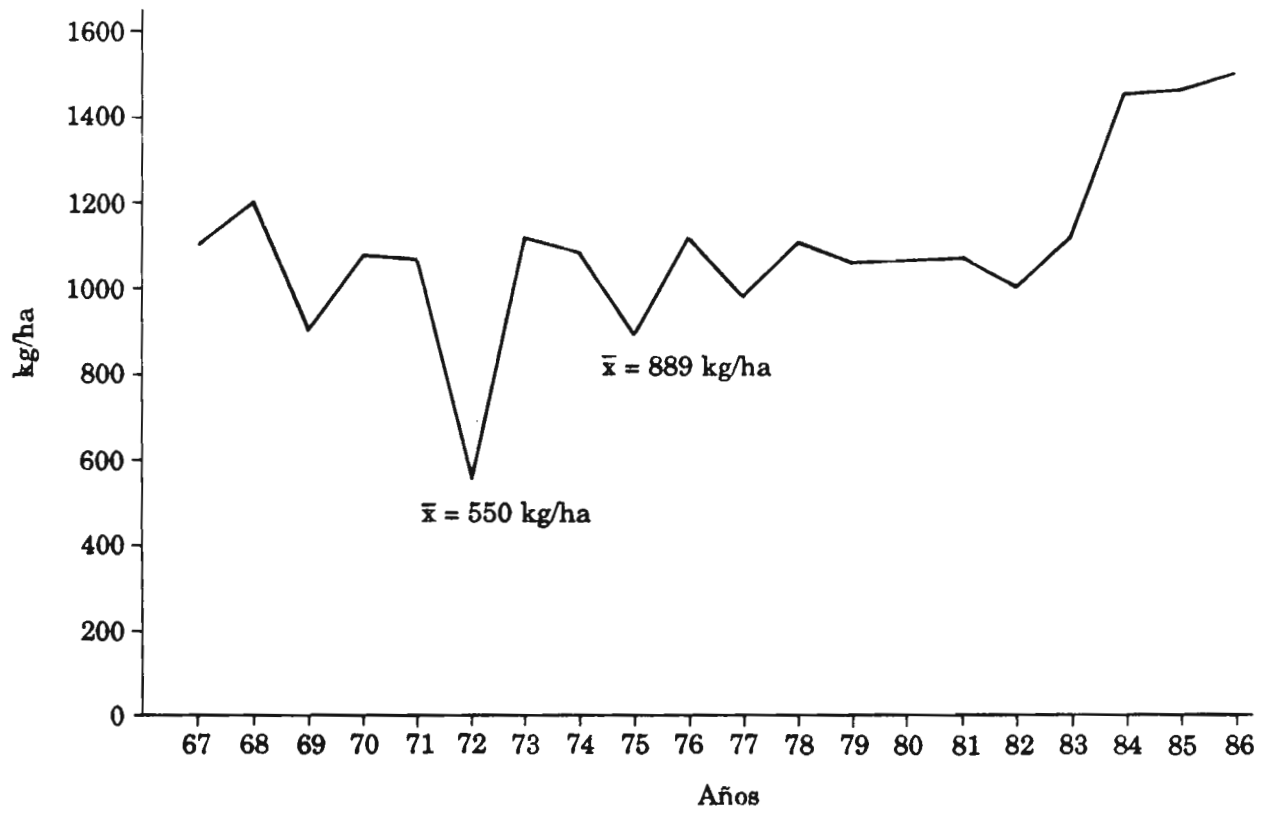


Figura 1. Rendimiento promedio de trigo, 1967/86.

IMPORTANCIA DE *SEPTORIA TRITICI* EN URUGUAY Y AVANCE EN LOS TRABAJOS REALIZADOS

S. Germán

Proyecto Cultivos, EELE, CIAAB, MGAP

C. Perea

M. Díaz de Ackermann

Proyecto Protección Vegetal, EELE
CIAAB, MGAP, La Estanzuela, Uruguay

Resumen

*La mancha de la hoja de trigo, causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. incrementó su incidencia y severidad a partir de la década del 60 debido principalmente a la mayor utilización de germoplasma susceptible y de prácticas culturales que elevaron la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos.*

Introducción

Durante el periodo 1968-79, la septoriosis fue la enfermedad más importante en incidencia y severidad (82 y 29%, respectivamente). Su desarrollo se ve favorecido en primaveras lluviosas y en siembras tempranas (mayo-junio). Estimaciones de pérdidas causadas por la enfermedad, bajo condiciones favorables, varían entre extremos de 60-64% para materiales susceptibles y 4-16% para materiales de mejor comportamiento.

En una primera etapa y frente a la carencia de adecuadas fuentes de resistencia, la selección de cultivares se orientó hacia caracteres asociados negativamente con la infección de mancha de la hoja (mayor altura y ciclo). Paralelamente se estudió la posibilidad de utilizar tolerancia varietal. A partir de la década del 80, con la detección de mejores fuentes de resistencia con tipo agronómico superior, se encaró el control de la enfermedad a través de resistencia genética. Además, las altas infecciones registradas en los últimos años han permitido la selección de materiales con mejor comportamiento a la enfermedad. Un ejemplo de ello es el nuevo cultivar Estanzuela Federal.

Paralelamente al uso de resistencia genética, se manejó como alternativa el control químico. Con algunos productos se lograron resultados promisorios; aplicaciones dobles y únicas tempranas fueron superiores a aplicaciones únicas tardías.

Incidencia y severidad

La mancha de la hoja del trigo causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. es una de las enfermedades más importantes de este cereal en Uruguay.

Si bien antes de la década del 60 se cita la presencia de esta enfermedad en el país, e incluso existe un antecedente de estimación del daño producido por la misma (Boerger, 1943), no se la consideraba tan importante como lo es en la actualidad.

A partir de la década del 60, comenzaron a utilizarse los fertilizantes y se incrementó la instalación de praderas incluyendo leguminosas. Se introdujo material de origen mexicano, que reunía las características para responder al mayor nivel de fertilidad logrado por las prácticas antes mencionadas. Con la introducción de dicho germoplasma, muy susceptible frente a mancha de la hoja, esta enfermedad comenzó a ser un grave problema, dándose en Uruguay el mismo proceso observado a nivel mundial. El aumento en la importancia de la enfermedad fue paralelo al aumento en la difusión del germoplasma mexicano (puro o en cruzamientos) y al incremento en el uso de fertilizantes nitrogenados (Luizzi *et al.*, 1983).

La importancia de la mancha de la hoja fué documentada por un relevamiento de enfermedades realizado en el área triguera durante el periodo 1968/79 (Perea y Díaz de Ackermann 1981). La información recogida ubicó a esta septoriosis en primer lugar en incidencia (82% de chacras afectadas) y en severidad de infección (promedio de 29% de infección), con variaciones importantes entre años en este último parámetro (Figura 1).

A pesar de que no se poseen registros a nivel de producción después del año 1979, la información recogida a nivel experimental (tres ensayos en La Estanzuela en distintas épocas de siembra) ilustra la importancia relativa de la mancha de la hoja al sur del país en los distintos años (véase el Cuadro 1).

La importancia relativa de esta septoriosis entre años está definida fundamentalmente por las precipitaciones ocurridas en la primavera (entre septiembre y noviembre) y las temperaturas del mes de octubre. Perea y Díaz de Ackermann (1981) encontraron correlaciones muy significativas entre porcentaje de infección de mancha de la hoja y los dos parámetros mencionados ($r=0,752^{**}$ y $r=0,725^{**}$, respectivamente) para el periodo 1968/79. La magnitud de la correlación fue mayor aún cuando se consideraron ambos simultáneamente ($r=0,870^{**}$), explicando estos factores un 76% de la variación de la infección entre años.

En nuestras condiciones climáticas, relativamente más frescas al sur, predomina *S. tritici*, mientras que al norte, las condiciones relativamente más cálidas favorecen también el desarrollo de *S. nodorum* y de otros patógenos tales como *Helminthosporium sativum*, etc. (Díaz de Ackermann, 1981). Debido a esto las lecturas de manchas foliares realizadas rutinariamente en ensayos y viveros se consideran en la región sur del país, y fundamentalmente en siembras tempranas, salvo años particulares, representativos de la infección de *S. tritici*. En la zona norte del área triguera, la interferencia de otras manchas foliares es mayor.

Efecto de la época de siembra

La infección de mancha de la hoja es normalmente superior en siembras tempranas (mayo - principios de junio). En promedio de 5 años (1981-85), la infección promedio de E. Dorado y E. Hornero fue de 53% en esta época de

siembra, frente a 39% en siembras normales (mediados de junio - mediados de julio) y 41% en siembras tardías (fines de julio - agosto). Debido a esto, se recomienda evitar las siembras tempranas cuando se utilizan cultivares susceptibles.

Estimaciones del daño

Se realizaron en el país varios trabajos para determinar el daño producido por la mancha de la hoja.

Manzini *et al.* (1970) encontraron una disminución de rendimiento del orden del 60% en las variedades más susceptibles y de un 16% en las más resistentes, comparando parcelas protegidas y parcelas inoculadas.

En el cultivar más susceptible e intolerante de los que probó, Díaz (1976) estimó reducciones de hasta 35% en la producción.

Con el objetivo de medir tolerancia a septoriosis, en 6 años de trabajo, Díaz de Ackermann (1981) estimó los daños producidos en siembras tempranas, donde la enfermedad se presenta sin interferencias. Estos fueron del orden de 4% para la variedad más resistente y del 30% para las más susceptibles, llegando a extremos, en algunos años, de 64%.

Smith (1978) menciona que los daños provocados por esta enfermedad en el Uruguay han aumentado en los últimos años, hasta el punto de ser actualmente la que causa mayores disminuciones de rendimiento.

Estos datos ubican a esta septoriosis, como una de las enfermedades con mayor poder destructivo en el país.

Métodos de evaluación

Hasta el año 1981 se evaluaba la infección de mancha de la hoja por el porcentaje de área afectada por la enfermedad.

En el año 1982 se utilizó una escala de 0-9, y a partir de entonces (1983) se evalúa la enfermedad según la escala 0-9/0-9 (Saari-Prescott modificada).

Se realizan además, a partir del año 1982, lecturas periódicas (cada 7-10 días) en los materiales de mayor interés, para establecer curvas de desarrollo de la enfermedad, que se comparan como tales para diferenciar el comportamiento de los materiales (no se ha calculado aún área debajo de la curva de desarrollo de la enfermedad).

En algunos casos se determinó cobertura de picnidios. Este elemento podría ser muy valioso en la evaluación de colecciones de resistencia (Díaz, 1976; Díaz de Ackermann, 1983).

Métodos de selección

La selección del germoplasma manejado en el Programa de Mejoramiento se realiza en condiciones de infección natural, utilizándose inoculación artificial en las colecciones destinadas a evaluar posibles fuentes de resistencia, las que incluyen además todo el material más avanzado del programa (a partir de F7).

La inoculación se realiza con una pulverizadora de ultra bajo volumen (micron ULVA) en forma semanal desde fin de macollaje (6 aplicaciones).

El inóculo, mezcla de varios aislamientos, se obtiene en PDA (medio sólido) y la concentración se ajusta a 1 000 000 conidios/ml.

La siembra de las colecciones para detección de fuentes de resistencia se realiza temprano (mayo) dado que estas siembras raramente escapan a la infección de *Septoria tritici*, y permiten caracterizar con bastante precisión al material evaluado. Sin embargo, algunos años de primaveras secas permiten escapar a los materiales de ciclo más largo y de mayor altura, por lo que es importante la comparación entre materiales de ciclo similar para definir la resistencia o susceptibilidad de un cultivar dado.

Los últimos años (1983-86) han ofrecido excelente oportunidad para seleccionar fenotipos de mejor comportamiento frente a la enfermedad, dado que presentaron infecciones importantes de septoriosis, y en algunos de ellos esto ocurrió aún en siembras tardías.

Mejoramiento para la resistencia

Periodo 1960-1980

El aumento en importancia de la mancha de la hoja, ocurrido a partir de la década del 60, determinó un nuevo objetivo en la selección de cultivares, bastante difícil de solucionar debido a la carencia de adecuadas fuentes de resistencia y a la falta de información acerca de la manipulación y acumulación de resistencia a la enfermedad (Luizzi *et al.*, 1983).

La solución por la que se optó entonces se basó en la información aportada por Shaner *et al.* (1975) y Tavella (1978), que comprobó la existencia de una asociación negativa entre infección de mancha de la hoja y altura y ciclo de las plantas. Se seleccionaron materiales de mayor altura y ciclo que el de los materiales semienanos de origen mexicano, características que reunía el material tradicional y que determinaban un menor efecto de la enfermedad por el mecanismo de escape.

Un estudio de algunas nuevas líneas experimentales, aún en etapa de evaluación, mostró que éstas tenían mayor ciclo y altura y menor porcentaje de infección de septoriosis que los materiales utilizados a partir de la década del 60 (Germán, 1981). Esto demuestra que la filosofía que se utilizó para prevenir el efecto de la enfermedad había sido eficiente, con los elementos que hasta entonces se disponían.

Paralelamente se estudió, durante el periodo 1974-80, como otra alternativa de control, la posible existencia de tolerancia a mancha de la hoja (Díaz de Ackermann *et al.*, 1984). La relación entre materiales tolerantes e intolerantes se establecía en base al coeficiente de regresión entre las variables reducción de rendimiento y severidad de infección (Figura 2). Aquellos materiales que disminuyen su rendimiento en mayor proporción que el promedio (de acuerdo a su nivel de infección) son considerados intolerantes. Se define a los tolerantes en la forma inversa.

Los resultados indican diferencias interesantes entre cultivares por esta característica. Sin embargo, frente a la aparición de fuentes de resistencia superiores y a la complejidad de selección y medición de este carácter, se abandonó esta línea de investigación.

Periodo posterior a 1980

La búsqueda de fuentes de resistencia continuó, pues se consideraba a ésta como la medida de control más promisoría. El trabajo de Díaz y Tavell (1982) confirmó que la resistencia de Bulgaria 88 funcionaba en las condiciones de Uruguay, aunque muy afectada por el ambiente.

A partir de 1980 se observó en las colecciones de fuentes de resistencia un comportamiento muy bueno frente a esta septoriosis en materiales de baja estatura y de tipo agronómico superior (características que anteriormente no se habían logrado reunir).

Paralelamente, las altas infecciones de mancha de la hoja, registradas a partir del año 1983 en la zona sur del área triguera, permitieron la selección de excelentes materiales dentro de los manejados en el Programa de Mejoramiento, con lo que se logró un avance muy importante en la resistencia a esta enfermedad.

En las Figuras 3 y 4, se muestra, a modo de ejemplo, la evolución de la infección de mancha de la hoja en cuatro cultivares de ciclo intermedio y en cuatro cultivares de ciclo largo, cuya cruz y fecha de espigazón figuran en el Cuadro 2.

Los datos que se tomaron corresponden a un ensayo instalado el 9/7/85 año en el cual la infección de mancha de la hoja fue realmente importante aún en siembras tardías, debido al exceso de precipitaciones ocurrido durante la primavera.

En los dos casos aparecen cultivares con un comportamiento claramente superior frente a mancha de la hoja (LI 7 de ciclo intermedio; E. Federal y LE 2138 de ciclo largo).

Fuentes de resistencia

La detección de fuentes de resistencia confiables fue posible mediante la evaluación bajo severas condiciones de infección, en siembras tempranas y con inoculación artificial, de materiales de distintas colecciones organizadas con tal fin, además de la prospección de materiales resistentes dentro de los

propios del Programa de Mejoramiento. Las colecciones extranjeras evaluadas figuran en el Cuadro 3.

Las fuentes de resistencia con más de un año de evaluación por *Septoria tritici* que serán utilizadas en 1987 figuran en el Cuadro 4, donde se detalla también su fecha de espigazón en el vivero de 1986, caracterización por altura y lecturas de mancha de la hoja.

Control químico

Comparación de fungicidas

Los ensayos de productos, para el control de enfermedades en general, comenzaron en 1978. En 1982 se iniciaron pruebas específicas de fungicidas contra *S. tritici*, pero en dicho año, con siembra normal, la infección de mancha de la hoja fue baja (Díaz de Ackermann, no publicado). Entre 1983 y 1985, en siembras tempranas (mayo) donde el desarrollo de la enfermedad se ve favorecido, se realizaron ensayos en que se obtuvieron altas infecciones de *S. tritici*, con resultados promisorios que se detallan a continuación.

En 1983, sobre el cultivar Alondra (no cultivado a nivel comercial en el país), el testigo sin fungicida tuvo una infección bastante alta: 7,25/5,5 (escala de 0-9 /0/9, de Saari-Prescott, modificada). Se compararon 10 tratamientos, incluyendo fungicidas solos o en mezclas, y en algunos casos en dos dosis distintas (Cuadro 5). Todos los productos en doble aplicación, al estado de hinchado (F.10) y de fin de floración (F.10.5.4.). La evaluación de la enfermedad se hizo al estado lechoso-pastoso (F.11.1 a 11.2). El mejor control, en orden decreciente, se logró con propiconazol (Tilt, 1 l y 0,5 l/ha), triadimefón (Bayleton, 1 l), carbendazim + mancozeb (Derosal 0,5 kg + Dithane M-45 a 2,5 kg) y mancozeb solo (Dithane M-45 a 2,5 kg). No hubo diferencias significativas en rendimiento ni en peso hectolítrico (Díaz de Ackermann, no publicado).

En 1984, sobre cultivar Estanzuela Cardenal, el testigo tuvo infección alta (8/6). Se compararon 13 tratamientos, en su mayoría en dos dosis distintas (Cuadro 6). Todos los productos con doble aplicación, al estado de hinchado (F.10) y plena floración (F.10.5.2-3), salvo el mancozeb (Dithane M-45 a 2,5 kg/ha) que además se incluyó en aplicación periódica (más frecuente). La evaluación se hizo al estado lechoso (F.11.1). El mejor control, en orden decreciente, se logró con propiconazol (Tilt 1 l y 0,5 l), fenetrazol (Folicur 1 l y 2 l) y triadimefón (Bayleton, 1 l). No hubo diferencia significativa en rendimiento y sí en peso hectolítrico, para algunos tratamientos (Díaz de Ackermann, no publicado).

En 1985, nuevamente sobre E. Cardenal, el testigo tuvo infección muy alta (8/9). Se compararon otra vez 13 tratamientos, en su mayoría en dos dosis distintas (Cuadro 7), todos con doble aplicación, al estado de principio de espigazón (F10.1) y medio grano (F10.5.4.), salvo el mancozeb que, como el año anterior, se incluyó además en aplicación periódica (más frecuente). El mejor control, en orden decreciente, se logró con fenetrazol (Folicur 0,5 l), propiconazol (Tilt 1 l), fenetrazol (Folicur 1 l), triadimefón (Bayleton 1 l) y triadimenol (Bayfidan 1 l). Hubo diferencias significativas en rendimiento, a favor de fenetrazol (Folicur 1 l), triadimefón (Bayleton 1 l) y de todos los

demás tratamientos (menos mancozeb periódico) frente al testigo. Hubo también diferencias significativas de casi todos los tratamientos, frente al testigo, en peso hectolítrico (Díaz de Ackermann y Perea, 1987).

Como resumen de la comparación de fungicidad, en el Cuadro 8 se presentan, en promedio de los 3 años (1983/85), la eficiencia de control de la enfermedad y el rendimiento obtenido frente al testigo, sólo con los diversos tratamientos fungicidas comunes a dichos ensayos.

Frecuencia y momentos de la aplicación

Por último, en otro ensayo de 1985 (Cuadro 9), también con E. Cardenal en siembra temprana, se evaluaron 3 fungicidas sistémicos, en una o dos aplicaciones: principio de espigazón (F.10.1) y/o medio grano (F.10.5.4.), y el fungicida de contacto mancozeb con aplicaciones periódicas. La mayor eficiencia de control se logró con la aplicación temprana de fenetrazol (Folicur 0,5 l) y con las dobles del mismo producto y de los otros dos sistémicos: propiconazol (Tilt 0,5 l) y triadimenol (Bayfidan 0,5 l). En general, para eficiencia de control, las aplicaciones dobles superaron a las únicas tempranas, éstas a las únicas tardías y éstas al testigo. Los mayores rendimientos se lograron con las aplicaciones dobles y las tempranas de fenetrazol y de propiconazol, y con las dobles de triadimenol, que superaron a las demás y al testigo. También hubo ventajas en peso hectolítrico para varios de los mejores tratamientos (Perea 1987).

Bibliografía

1. BOERGER, A. 1943. Cereales. Trigo. In. Investigaciones Agronómicas. Montevideo, Barreiro y Ramos. V.2, pp.243-301.
2. DIAZ, M. 1976. Evaluación de variedades y líneas de trigo por resistencia y tolerancia a mancha de la hoja, causada por *Septoria tritici* Rob.ex Desm. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía, 99p.
3. DIAZ DE ACKERMANN, M. 1981. Informe presentado en la Reunión de Especialistas en Septorios y Gibberella, EMBRAPA, Passo Fundo, 27-30 oct. CIAAB. La Estanzuela, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela, 13p.
4. DIAZ DE ACKERMANN, M. 1982. Informe presentado en la Reunión de Especialistas en *Septoria tritici*. INIA. Estación Experimental La Platina. 17-19 nov. CIAAB. La Estanzuela, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. 13p.
5. DIAZ, M. y TAVELLA, C.M. 1982. Herencia de la resistencia a *Septoria tritici*. Investigaciones Agronómicas (Uruguay) 3:45-47.
6. DIAZ DE ACKERMANN, M. 1983. Variabilidad patogénica de *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Investigaciones Agronómicas (Uruguay) 4:46-50.
7. DIAZ DE ACKERMANN, M., GERMAN, S. y ABBADIE, T. 1984. Manchas foliares en trigo. La Estanzuela, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. Cultivos de Invierno. pp.1-9.

8. DIAZ DE ACKERMANN, M. y PEREA, C. Fungicidas vs. *Septoria tritici*. La Estanzuela, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. Resultados Experimentales no. 6. 1987. p.1.
9. EYAL, Z. 1976. Research on leaf blotch of wheat caused by *Septoria tritici* in Israel. In: Workshop on the Septoria Diseases of Wheat, Georgia, 1976. Proceedings. Georgia Agricultural Experiment Station. pp.49-53 (Special Publication no. 4).
10. GERMAN, S. 1981. Estudio del comportamiento de los cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) seleccionados en las distintas etapas del Programa de Mejoramiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.
11. LUIZZI, D. et al. 1983. 70 Años de Mejoramiento Genético de Trigo. La Estanzuela, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea no. 51. 28p.
12. MANZINI, E., RAVA, C. y LOPEZ, A. 1970. Incidencia de *Septoria tritici* Rob. en ocho variedades de trigo cultivadas en el Uruguay. Investigación Agrícola (Uruguay) 5:5-8.
13. PEREA, C. y DIAZ DE ACKERMANN, M. 1981. Relevamiento de enfermedades del trigo en el Uruguay, 1968/79. Investigaciones Agrícolas (Uruguay) 2:42-51.
14. PEREA, C. Frecuencia y momento (de aplicación) de fungicidas vs. *Septoria tritici*. La Estanzuela, Uruguay. Estación Experimental La Estanzuela. Resultados Experimentales no. 6. 1987. p.2.
15. SHANER, G., FINLEY, R.F. y PATERSON, F.I. 1975. Expression and effectiveness of resistance in wheat to *Septoria* leaf blotch. *Phytopathology* 85(7):761-766.
16. SMITH, G.M. 1977. Informe sobre el mejoramiento de trigo en el Uruguay; una revisión. Montevideo, CIAAB 39p. (mimeografiado).
17. TAVELLA, C.M. 1978. Date of heading and plant height of wheat varieties, as related to *Septoria* leaf blotch damage. *Euphytica* 27(2):577-580.

Abstract

Incidence and severity of leaf blotch of wheat caused by Septoria tritici Rob. ex Desm. have risen since the 1960s due primarily to increased use of susceptible germplasm and cultural practices for raising the levels of nitrogen available to the crop.

CUADRO 1. Porcentaje de infección de mancha de la hoja. Promedio de E. Dorado y E. Hornero, 1980-86.

Año	Porcentaje promedio de infección
1980	34
1981	23
1982	46
1983	58
1984	31
1985	60
1986	46

CUADRO 2. Cruza y fecha de espigazón de 8 cultivares. Siembra: 9/7/85.

Cultivar	Cruza	Fecha de espigazón
E. CARDENAL	VEERY 3	12/10
RETACON INTA	JAR/CHR//CNO 67	12/10
LE 2119	PAR 4749/E.HORNERO	12/10
LI 7	BOBWHITE"S"	14/10
E. CALANDRIA	PRELUDIO/L10//E. TARARIRAS	31/10
E. DORADO	E. TARARIRAS/3/TOBARI//K. PETISO/RAFAELA	28/10
E. FEDERAL	E. HORNERO/CNT 8	1/11
LE 2138	BUCK 6/MR 74507	2/11

CUADRO 3. Colecciones para resistencia a *Septoria tritici* evaluadas en La Estanzuela.

Colección	Procedencia	Periodo de evaluación
Vivero Cooperativo de Septoriosis	Cono Sur	1975-1984
ISEPTON	CIMMYT	1977, 1980-1987
Vivero de Septoriosis, USDA	EUA	1982, 1980-1987

CUADRO 4. Fuentes de resistencia a *Septoria tritici* utilizadas en 1987.

CULTIVAR (1)	CRUZA O DENOMINACION	FECHA DE ESPIGAZON(1)	ALTURA	INFECCION DE SEPTORIA TRITICI	
				27/10	13/11
Lectura				EF(2)	EF
Fuentes de Resistencia					
E. Federal	E. Hornero/CNT 8	26/10	Bajo	E 6/4,5	A 6,5/5,5 P 7,5/5
LE 2145	Buck 6/MR 74507	26/10	Bajo	PF 3/1	A 6/5 P 8/6
LI 7	Bobwhite"S"	6/10	Bajo	A 4,5/3	PB 6/3,5 -
LI 90	Bobwhite#1	3/10	Bajo	A 5,5/3,5	P 5,5/4 -
ST 86-6	Pe1 74142	20/10	Alto	A 2/1	L 5/4 P 5/5
ST 86-155	RC 7201-BR 2 -FB 796	6/10	Bajo	AL 5/5	P 6/5 -
ST 86-168	(JUP(7C-PATO(B)/LE 64)	1/10	Bajo	AL 7/6	P 8/6 -
ST 86-186	PF 70354-MUS"S"	30/9	Bajo	AL 4/2	PM 5/3 -
ST 86-294	TTR"S"/BOW"S"	3/10	Bajo	LP 6/5	PM 7/6 -
ST 86-388	PF 70354/BOW"S"	1/10	Bajo	L 7/6	P 8/6 -
ST 86-407	TOB/CNO 67// (PVN/4)CMH				
Testigos susceptibles	73A. 329 CMH 72.428/...	23/9	Bajo	L 5/5	PM 5/5 -
E. Dorado	E. Tar/3/Tobari//K.Petiso /Rafaela	23/10	Alto	PF 8/5	AL 8/5 PB 8/7
E. Calandria	Prel/L10//E.Tarariras	27/10	Alto	PE 7/4	A 7/5 LP 8/8
E. Hornero	Novafen/K. Impacto	30/9	Bajo	AL 8/6	PM 8/8 -
E. Cardenal	Veery#3	29/9	Bajo	AL 8/7	M 8/8 -

(1) Siembra

(2) EF= Estado Fenológico

PE= Principios de Espigazón; PF= Principios de Floración; A=Acuoso; AL=Acuoso-Lechoso;

L=Lechoso

LP= Lechoso-Pastoso; PB=Pastoso Blando; P=Pastoso; PM=Pasta-Madurez; M=Madurez

CUADRO 5. Fungicidas x *Septoria tritici* - 1983. cv Alondra, siembra 13/5.

FUNGICIDA	DOSIS/ ha*	Infección (Esc. 0a9) **		Rendimiento (NS)		Peso Hect. (NS)
		Altura	Area	kg/ha	T=100	
Tilt 250 EC	0,5 l	2,50b	2,00b	2747	114	75,1
Tilt 250 EC	1,0 l	1,00a	1,00a	2987	124	76,2
Dithane 80 PM	4,5 kg	3,75cd	2,25bc	2453	101	75,5
Dithane 80 PM	2,5 kg	4,00cd	3,00cd	2830	117	75,5
Bayleton 250 EC	0,5 l	4,50de	2,50b/d	2907	120	75,0
Bayleton 250 EC	1,0 l	3,25bc	1,75b	2437	101	75,5
Derosal 60 PM+	0,5 kg					
Dithane 80 PM	2,5 kg	4,00cd	2,00b	2450	101	74,9
Benlate 50 PM+	0,5 kg					
Dithane 80 PM	2,5 kg	4,00cd	2,50b/d	2533	105	75,2
Dyrene 75 PM	2,5 kg	4,00cd	2,50b/d	2747	114	74,6
Delsene 75 P	0,75 kg	5,50ef	3,50d	2703	112	75,5
Testigo S/F		7,25f	5,50e	2417	100	74,0

* 2 aplicaciones de cada fungicida: hinchado y fin floración

** evaluación al estado lechoso pasta (20/10)

FUENTE: M. Díaz, 1984 (no publicado)

CUADRO 6. Fungicidas x *Septoria tritici*- 1984. cv. E. Cardenal, siembra 17/5.

FUNGICIDA	DOSIS ha*	INFECCION (Esc. 0a9) **		RENDIMIENTO (NS)		PESO HECT. (NS)	
		Altura	Area	kg/ha	T=100		
Tilt	250 EC	0,5 l	1,50ab	1,25b	4904	113	80,6ab
Tilt	250 EC	1,0 l	1,00a	0,24a	4967	115	80,7ab
Dithane	80 PM	2,5 kg	4,25de	3,00de	4513	104	79,8bc
Dithane	80 PM	2,5 kg	4,50de	2,75cd	5199	120	79,9a/c
		(periódico)					
Bayleton	250 EC	0,5 l	3,50de	2,75cd	5021	116	80,6ab
Bayleton	250 EC	1,0 l	3,00cd	1,75bc	4908	113	79,8bc
Folicur	250 EC	1,0 l	1,75ab	1,01b	4841	112	80,2a/c
Folicur	250 EC	2,0 l	2,00bc	1,25b	5073	117	80,8ab
Sportak	450 EC	0,5 l	4,25de	2,75cd	4658	108	80,3a/c
Sportak	450 EC	1,0 l	3,50de	3,00de	4828	114	80,9a
Sythane		0,75 l	4,75e	2,75cd	4863	112	79,9a/c
Sythane		1 l	4,25de	4,25ef	4647	107	80,3a/c
Testigo S/F			8,00f	6,00f	4330	100	79,3c

* 2 aplicaciones de cada fungicida: hinchado y plena floración

** Evaluación de *Septoria* al estado lechoso (18/10/84)

FUENTE: M. Díaz, 1985 (no publicado)

CUADRO 7. Fungicidas x *Septoria tritici* - 1985. cv E. Cardenal, siembra 30/5.

FUNGICIDAS	DOSIS/ ha*	%	MANCHA ROJA		RENDIMIENTO		Peso Hect.	
			EC** (%)	kg/ha	Increment.	T=100		
Tilt	250 EC	0,5 l	27c	70	3420ab	756	128	76,8ab
Tilt	250 EC	1,0 l	14ab	84	3375ab	711	127	77,0a
Bayfidan	250 EC	0,5 l	44d	51	3279ab	615	123	76,7ab
Bayfidan	250 EC	0,5 l	28c	68	3368ab	704	126	77,1a
Bayleton	250 EC	0,5 l	50de	43	3301ab	637	124	77,1a
Bayleton	250 EC	1,0 l	30c	66	3694a	1030	139	77,3a
Folicur	250 EC	0,5 l	11a	88	3410ab	746	128	77,3a
Folicur	250 EC	1,0 l	21bc	76	3832a	1168	144	77,4a
Sportak	450 EC	0,5 l	53de	41	3497ab	833	131	77,1a
Sportak	450 EC	1,0 l	46d	49	3425ab	761	129	77,6a
Dithane	80 PM	2,5 kg	72f	19	3427ab	763	129	76,6ab
Dithane	80 PM	2,5 kg	62f	30	2972bc	308	112	77,6a
Testigo S/F			(periódico)					
			89g	0	2664c	0	100	75,ab

* 2 aplicaciones de cada producto (princ.espig. y medio grano). Dithane periódico lleva 2 aplicaciones adicionales (fin floración y lech. pasta).
 ** EC=Eficiencia de control

FUENTE: Díaz de Ackermann y Perea, 1987

CUADRO 8. Resumen de resultados de 3 años (1983/85) de comparación de fungicidas contra mancha de la hoja (*Septoria tritici*), en dos aplicaciones. La Estanzuela.

Fungicidas y dosis/ha	Mancha Hoja % EC(%)**	Eficiencia de control Abbott - %	Rendimiento vs. testigo (=100)
Propiconazol (Tilt 250 EC 1,0 l)	87	122	
Propiconazol (Tilt 250 EC 0,5 l)	72	118	
Triadimefón (Bayleton 250 EC 1,0 l)	65	118	
Triadimefón (Bayleton 250 EC 0,5 l)	48	120	
Mancozeb (Dithane M-45 90PM2,5 kg)	38	117	

CUADRO 9. Frecuencia y momento de fungicidas x *Septoria tritici* - 1985 cv. E. Cardenal, siembra 30/5.

Fungicidas	Dosis/ ha	Momento*		Mancha Hoja % EC(%)**	kg/ha	Rendimiento		Peso Hect.
		1	2			Increment.	T=100	
Tilt 250 EC	0,5 l	x	x	71	3898a	934	132	78,0b/d
Tilt 250 EC	0,5 l	x	-	52	3756ad	792	127	77,6b/e
Tilt 250 EC	0,5 l	-	x	30	3296cd	332	111	77,5c/f
Bayfidan 250 EC	0,5 l	x	x	66	3787ab	823	128	78,3ab
Bayfidan 250 EC	0,5 l	x	-	39	3150cd	186	106	77,8b/d
Bayfidan 250 EC	0,5 l	-	x	9	2856d	-108	96	76,8f
Folicur 250 EC	0,5 l	x	x	77	4207a	1243	142	78,9a
Folicur 250 EC	0,5 l	x	-	82	4125a	1161	139	78,2a/c
Folicur 250 EC	0,5 l	-	x	15	3051cd	87	103	77,2d/f
Dithane 80 PM	2,5 kg	x	x	39	3366bc	402	114	78,0b/d
Dithane 80 PM	2,5 kg	x	-	24	3109cd	145	105	75,5d/f
Dithane 80 PM	2,5 kg	-	x	12	2937cd	-27	99	77,4d/f
Testigo S/F	-	-	-	0	2964cd	0	100	76,9ef

* Momento 1 (princ. espig.) y Momento 2 (medio grano)

Dithane lleva aplic. adic. (fin floración y lech. pasta) en respectivo mom.

** EC-Eficiencia de control FUENTE: Perea, 1987

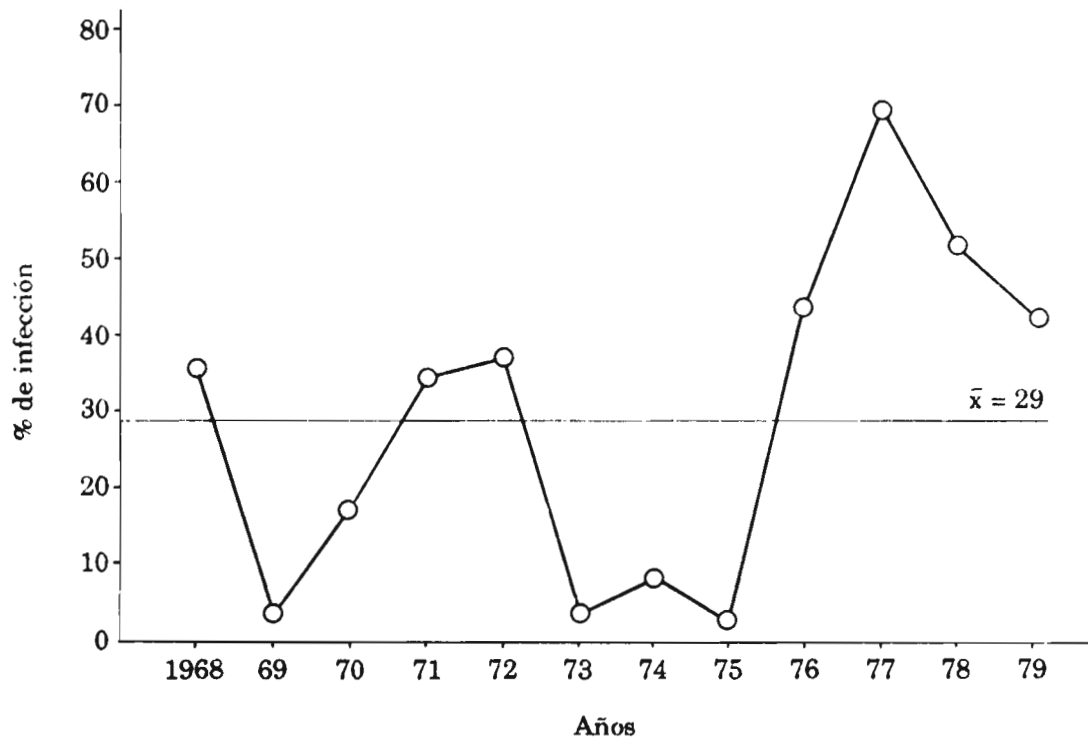


Figura 1. Intensidad de infección de mancha de la hoja, 1968/79.

Fuente: Peren y Díaz de Ackermann, 1981.

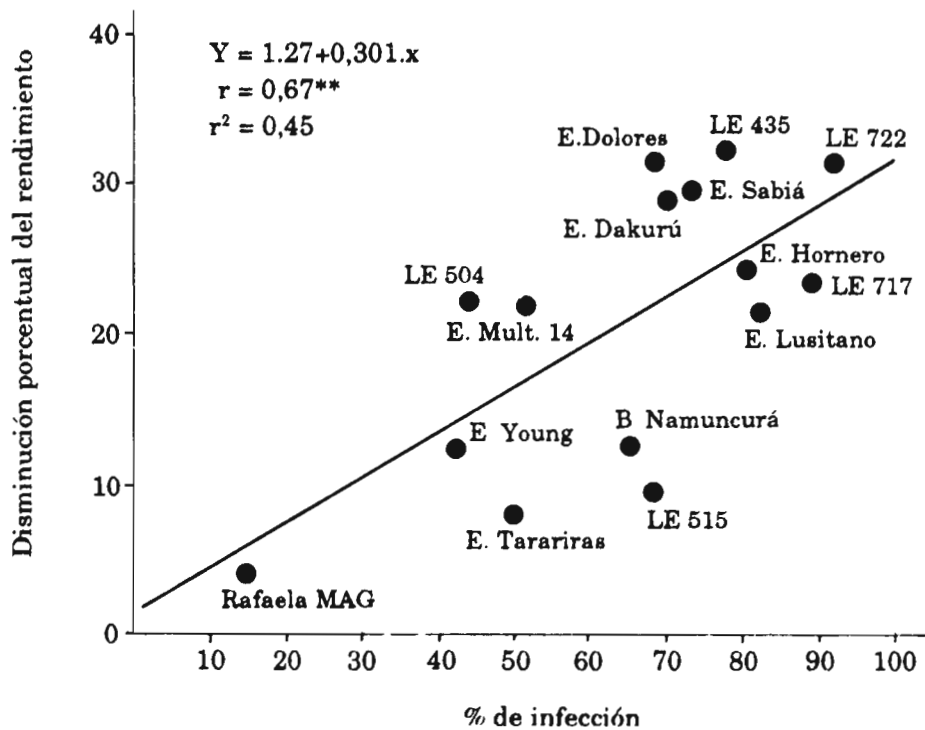


Figura 2. Disminución porcentual del rendimiento en trigo, relacionada a los porcentajes de infección de *Septoria tritici*, 1974/79.

Fuente: Díaz de Ackermann *et al.*, 1984.

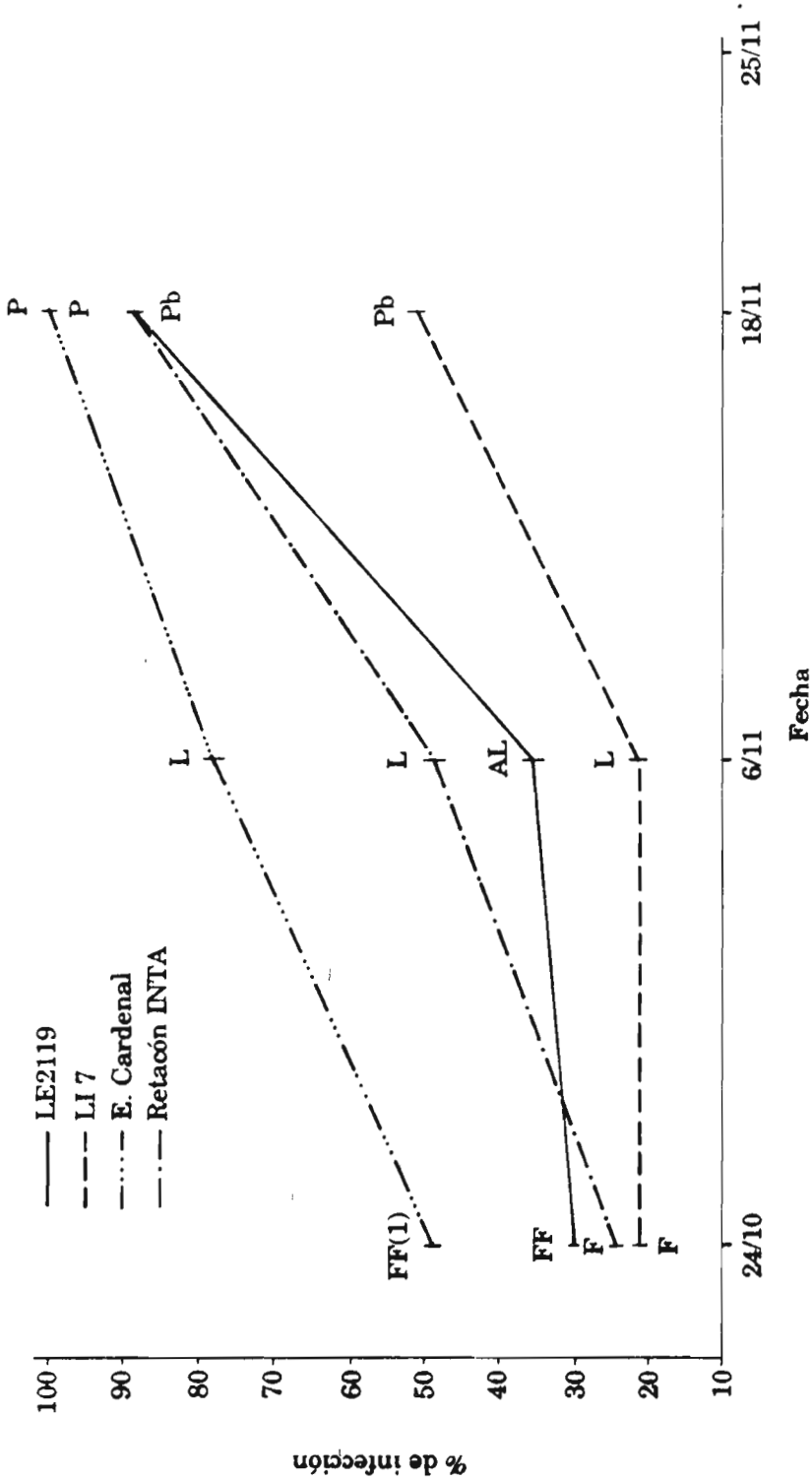


Figura 3. Evolución de la infección de mancha de la hoja en 4 cultivares de ciclo intermedio. Época normal, 1985.

(1) estado fenológico
 F: floración
 L: lechoso
 FF: fin de floración
 Pb: pasta blanda
 P: pastoso
 AL: acuoso-lechoso

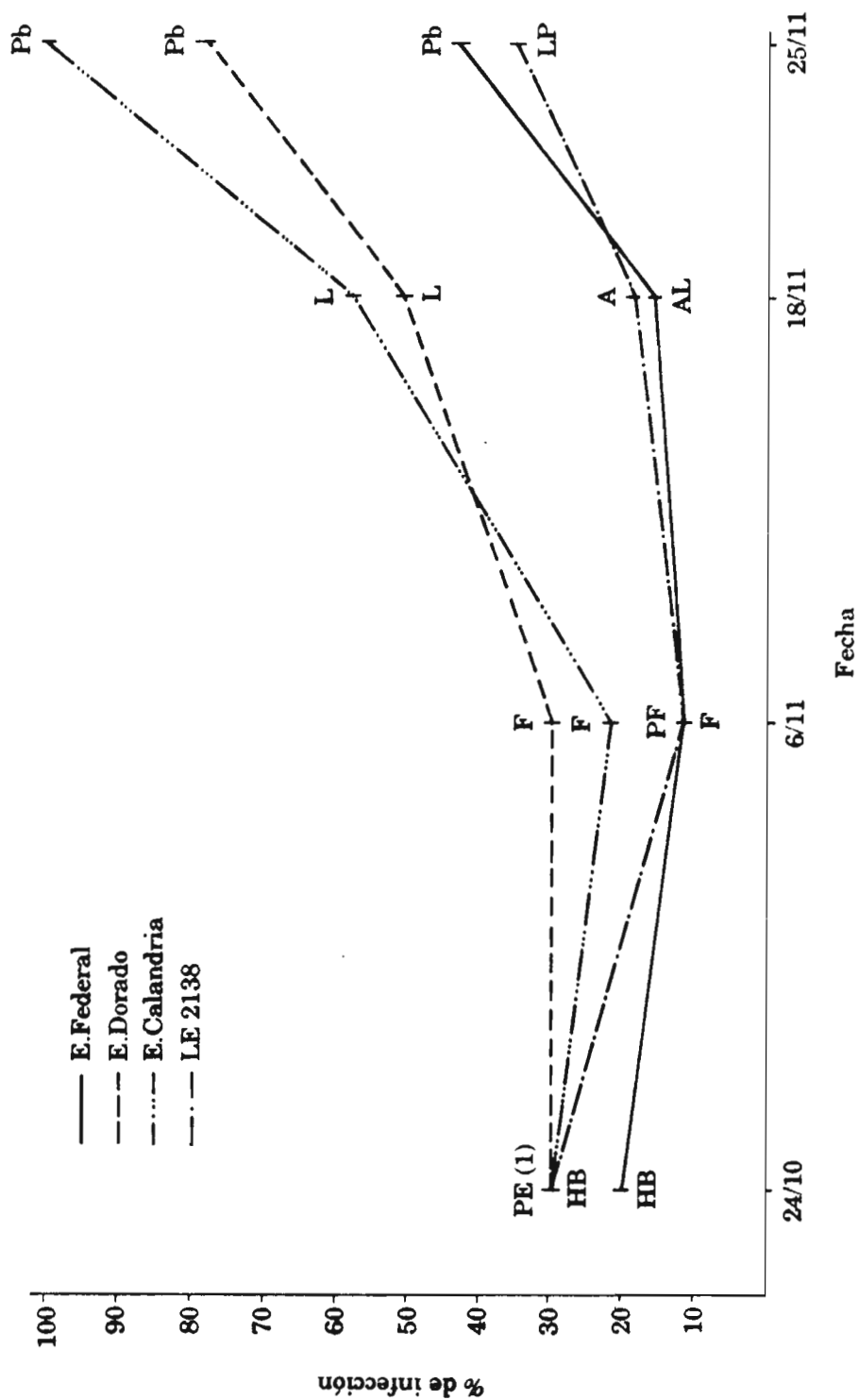


Figura 4. Evolución de la infección de mancha de la hoja en 4 cultivares de ciclo largo. Época normal, 1985.

(1) estado fenológico
 HB: hoja bandera
 F: floración
 L: lechoso
 PE: principios de espigación
 A: acuoso
 LP: lechoso-pastoso
 PF: principios de floración
 AL: acuoso-lechoso
 Pb: pasta blanda

OBSERVACION DE CONIDIOS SECUNDARIOS DE *SEPTORIA TRITICI* ROB. EX DESM. POR MEDIO DE IMPRESIONES FOLIARES

J.G. Annone
Estación Experimental Agropecuaria INTA
Pergamino, Argentina

Resumen

La producción de conidios secundarios (microconidios) de Septoria tritici sobre hojas de un cultivar de trigo susceptible pudo ser observada mediante el empleo de una técnica de impresión foliar. La mayoría de los picnidiosporos observados generaron microconidios por brotación, aunque algunos solo desarrollaron tubos germinativos a partir de células terminales. La producción de microconidios comenzó dentro de las 12 horas posteriores a las inoculaciones artificiales, y era aún evidente 72 horas después.

Este mecanismo de esporogénesis fundamentaría la ocurrencia de un modo alternativo de dispersión del patógeno por medio del viento, que ya fuera sugerido por otros autores.

Introducción

Septoria tritici Rob. ex Desm., anamorfo de *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroet., produce dos tipos de conidios: a) macropicnidiosporos, predominantes, y b) micropicnidiosporos. Estos dos tipos de esporos son producidos en diferentes picnidios o juntos en una sola fructificación (3,12). Los macropicnidiosporos, conidios filiformes típicos de la especie, germinan rápidamente en un ambiente propicio y actúan como propágulos en la infección y diseminación.

Los micropicnidiosporos, por el contrario, no poseen la capacidad de germinar, ni de actuar como vía de inóculo, sino que, como se ha sugerido, funcionarían como espermacias en la reproducción sexual (3).

La germinación de macropicnidiosporos o conidios *in vitro* puede dar lugar a: 1) tubos germinativos y posteriormente desarrollo de micelio filamentoso sobre el que pueden desarrollarse conidios, y 2) conidios secundarios o por brotación (5,7,8,12), siendo este último mecanismo también común a otras especies de *Septoria* (10).

La producción de conidios secundarios por *S. tritici* en hojas de trigo fue reportada por Djerbi (5 op. cit.), quien fundamentó sus experiencias en la presencia de microconidios levaduroides en las primeras etapas del proceso infeccioso.

El presente trabajo tuvo por finalidad confirmar y documentar este mecanismo de esporogénesis *in vivo* mediante una técnica rápida de impresión foliar.

Materiales y métodos

El cultivar de trigo empleado para las observaciones fue TWIN, de hábito invernal y altamente susceptible al patógeno.

El inóculo empleado fue obtenido a partir de trozos de hojas previamente inoculadas con un aislamiento del hongo altamente virulento. Los trozos de tejido foliar con abundantes picnidios fueron enjuagados con agua corriente, secados con papel de filtro estéril y mantenidos en cámara húmeda por el término de 2 a 4 horas hasta que se observó abundante producción de conidios en forma de cirros.

Estos trozos de tejido fueron luego sumergidos en agua destilada estéril a la que se había agregado una gota de un agente tensioactivo (Tween 80) y agitados en forma manual por 1 a 2 minutos. De este modo, pudo obtenerse una suspensión de picnidiosporos en una concentración lo suficientemente baja (5 000 a 10 000 conidios/ml) como para facilitar la observación de su germinación sobre la superficie de las hojas.

La suspensión de conidios fue aplicada sobre las hojas mediante el empleo de un pincel delgado, previamente esterilizado en una solución de etanol al 50% y enjuagado en agua destilada estéril.

Las plantas inoculadas fueron mantenidas en condiciones de invernáculo bajo una cubierta de polietileno en la que la humedad relativa fluctuó entre 90 y 100% y la temperatura entre 18 y 22°C.

A las 12, 24, 48 y 72 horas posteriores a la inoculación, fueron cortadas y dejadas secar al aire muestras de hojas sobre las que se realizaron las impresiones foliares. A tal fin fueron ensayados varios compuestos reportados como eficientes: acetato de celulosa, cianoacrilatos y vinilo (4, 9, 13). Este último compuesto, diluido en metil acetona, fue empleado finalmente en la preparación de las impresiones foliares definitivas. La solución de vinilo fue vertida en gotas sobre las hojas y se hizo deslizar sobre la superficie a fin de formar una película delgada.

Si bien en el método original la solución de vinilo era aplicada con pincel (9 op.cit.), en este caso se decidió no emplearlo a fin de reducir las posibilidades de dislocar los conidios secundarios e hifas. A los 10 minutos de aplicado, el vinilo ya había formado una película consistente que fue despegada de la hoja mediante el uso de pinzas de punta fina, y colocada sobre un portaobjetos donde fue montada en fuchsina ácida al 1% en ácido láctico.

Resultados

Los preparados correspondientes a 12 horas de incubación confirmaron la producción de conidios secundarios (microconidios) (4 a 8 por picnidiosporo) (Fig. 1,2), aunque también pudieron observarse otros que sólo generaron tubos germinativos a partir de células terminales (Fig. 3).

La producción de conidios secundarios fue manifiesta en un gran número de picnidiosporos a las 24 horas de incubación. Algunos de los microconidios producidos se hallaban desprendidos de los picnidiosporos que los originaron y generaban por brotación conidios terciarios levaduroides (Fig. 4). Paralelamente, aquellos picnidiosporos que germinaron produciendo solo hifas, proseguían formando micelio (Fig. 5).

A las 48 horas de incubación, la abundante producción de conidios secundarios y terciarios limitaba la observación de los picnidiosporos que les dieron origen (Fig. 6), en tanto que algunos proseguían con el desarrollo de hifas sobre la superficie foliar (Fig. 7).

Después de 72 horas de ser inoculadas, seguían produciéndose sobre las hojas conidios secundarios por brotación (Fig. 8) y ya era evidente una red de micelio originada a partir de los tubos germinativos de algunos picnidiosporos.

Discusión

La técnica de impresión empleada resultó práctica y precisa. Pruebas previas en las que se empleó acetato de celulosa diluido en acetato de amilo, como fuera propuesto por Dickinson y colaboradores (4.op.cit.), mostraron ciertas desventajas operativas como la delicada estructura de la película formada y el prolongado periodo de secado requerido (24 horas). Asimismo, el empleo de adhesivos a base de cianoacrilatos (13.op.cit.), también ensayado, si bien resultó rápido y efectivo, se vió limitado por la relativa impermeabilidad de la película a colorantes comunes como el azul de algodón en lactofenol y la fuchsina en ácido láctico, que no alcanzaban a colorear las estructuras hialinas del hongo.

Las observaciones realizadas confirman la capacidad de este patógeno para generar conidios secundarios *in vivo*. Como se comentara anteriormente, algunos han reportado este mecanismo de esporogénesis en medios artificiales; sin embargo, Djerbi fue uno de los primeros en sugerir su ocurrencia *in vivo* (5 op.cit.). Este investigador lavó hojas de trigo inoculadas con *S. tritici* y filtró el líquido resultante observando, en forma consistente, la presencia de picnidiosporos típicos y la de microconidios de aspecto levaduroide con dimensiones medias de 16 x 2,6 μ . En esa contribución sólo se documentó la producción *in vitro* de microconidios y de elementos uni o pluricelulares, terminales o intercalares, considerados por el autor como clamidiosporos.

Cabe señalar que las observaciones realizadas en el presente trabajo mediante impresiones foliares, sólo fundamentan la producción secundaria de conidios de *S. tritici*, pero no su importancia relativa en el desarrollo de la enfermedad que este patógeno produce. De hecho, el desarrollo de tubos germinativos observado en algunos picnidiosporos bajo las condiciones descritas, permitiría suponer que ambos mecanismos de esporogénesis coexisten en condiciones naturales.

La producción de conidios secundarios en estados tempranos del proceso de infección pone de manifiesto la importancia potencial de este mecanismo

como proceso alternativo de dispersión por medio del viento como fuera sugerido por algunos investigadores (5, 11).

Resta dilucidar en qué medida la actividad de otros patógenos y saprófitos, particulares ambientes químicos y condiciones microclimáticas en el filoplano (2), pueden activar, inhibir o modificar este proceso. Por otra parte, no debe descartarse la posibilidad de asociación entre este particular modo de esporogénesis y el hábito de crecimiento conidial o levaduroide que caracteriza a muchos aislamientos de *S. tritici*, en contraposición con el hábito de crecimiento miceliar demostrado por otros (1,6).

Conclusiones

1. Los picnidiosporos de *Septoria tritici* produjeron conidios secundarios (microconidios) por brotación sobre la superficie de las hojas de un cultivar de trigo susceptible al patógeno.
2. La generación de microconidios fue generalizada, aunque también pudieron observarse picnidiosporos que germinaron a partir de células terminales produciendo sólo hifas.
3. La producción de conidios secundarios sobre la superficie foliar se inició dentro de las 12 horas posteriores a la inoculación artificial, y era aún evidente 72 horas después.
4. Este mecanismo de esporogénesis fundamentaría una forma alternativa de dispersión del patógeno por medio del viento, como fuera sugerido por otros autores.

Bibliografía

1. Annone, J.G. 1984. Cultural types of *Septoria tritici* Rob. ex Desm.: Occurrence in Washington, stability and virulence. M.S. Thesis. Washington State University, Pullman, Washington. 68p.
2. Blakeman, J.P. y Fokkema, N.J. 1982. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. *Ann. Rev. Phytopathol.* 20: 167-192.
3. Brokenshire, T. 1975. The role of graminaceous species in the epidemiology of *Septoria tritici* on wheat. *Plant Path.* 24:33-38.
4. Dickinson, C.H., Watson, J. y Wallace, B. 1974. An impression method for examining epiphytic micro-organisms and its application to phylloplane studies. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 63(3): 616-619.
5. Djerbi, M. 1972. Contribution a l'étude de la sporulation du *Septoria tritici* Desm. *Arch. Inst. Pasteur Tunis* 49(1/2):61-68.
6. ----, Kerlan, C. y Gompeix, G. 1974. Observations sur la morphogénèse et la cytologie des fructifications du *Septoria tritici* Rob. et Desm. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunis* 43(3), 53p.

7. Gheorghies, C. 1974. (Contribution to the knowledge of the biology of *Septoria tritici* Rob. ex Desm. I. Germination of pycnidiospores). *Analele Institutului de Cercetari pentru Protecta Plantelor* 10:63-70 (*Rev. Plant Pathol.* (1975) 54:610).
8. Jones, G.D. y Lee, N. 1974. Production of secondary conidia by *Septoria tritici* in culture. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 62(1):212-214.
9. Rice, J.S., Glenn, E.N. y Quisenberry, V.L. 1979. A rapid method for obtaining leaf impressions in grasses. *Agronomy Journal* 71:894-896.
10. Sackston, W.E. 1970. A possible mechanism of dispersal of *Septoria* spores. *Can. J. Plant. Sci.* 50:155-157.
11. Shaner, G. 1976. Epidemiology of *Septoria* leaf blotch caused by *Septoria tritici*. In B.M. Cunfer y L.R. Nelson, eds. *Proceedings of the Septoria diseases of wheat workshop*. May 4-6, 1976. Georgia Experim. Station, Georgia. University of Georgia, College of Agriculture. Agricultural Experiment Stations Special Publication Number 4.
12. Weber, G.F. 1922. *Septoria* diseases of wheat. *Phytopathology* 12:537-585.
13. Wilson, C.L. y Pusey, P.L. 1983. Cyanoacrylate adhesives in the studies of plant diseases. *Plant Disease* 67: 423-424.

Abstract

The production of secondary conidia (microconidia) of Septoria tritici was observed on leaves of a susceptible wheat cultivar by means of a foliar impression technique. Most of the pycnidiospores gave rise to microconidia by budding, though some of them only produced germ tubes through terminal cells. Production of microconidia began within 12 hours after artificial inoculations were carried out, and it was still evident 72 hours later.

This mechanism of sporogenesis would sustain the occurrence of an alternative way of pathogen dispersal (i.e., by the wind), as suggested previously.

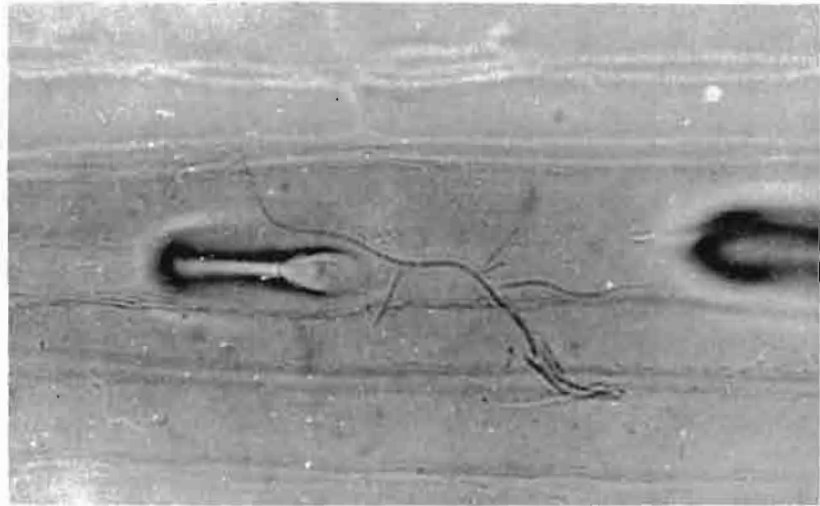


Figura 1. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 12 hs de incubación.

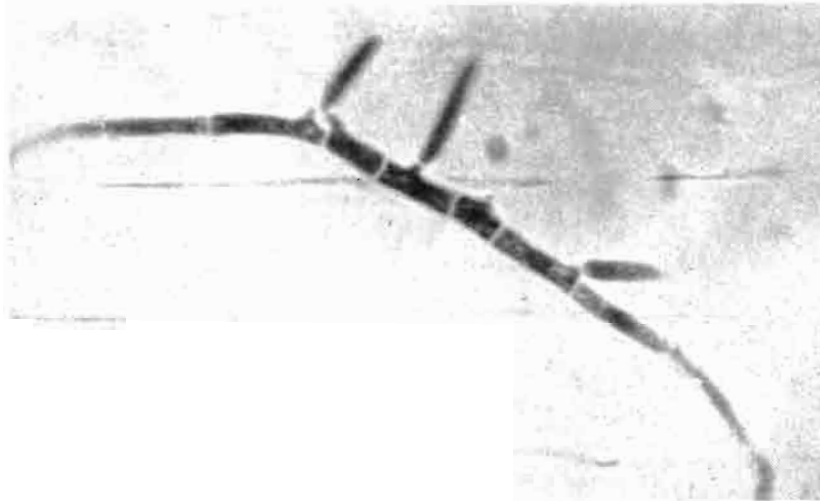


Figura 2. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 12 hs de incubación.

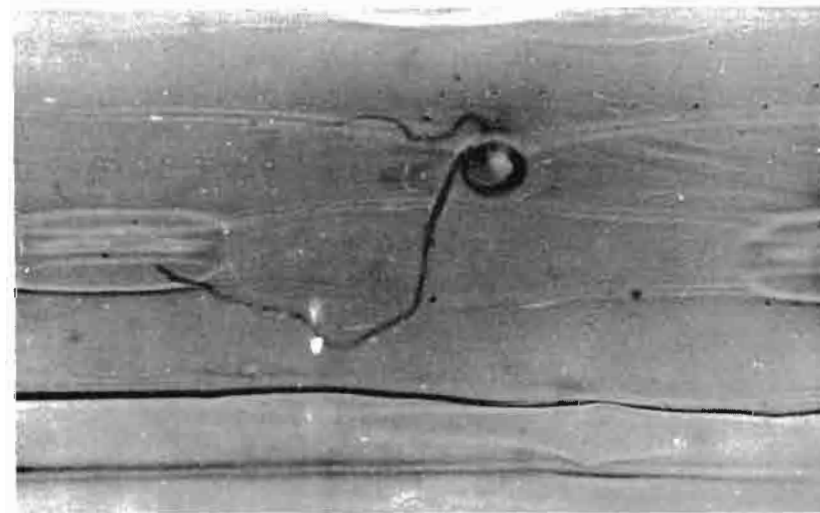


Figura 3. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 12 hs de incubación.

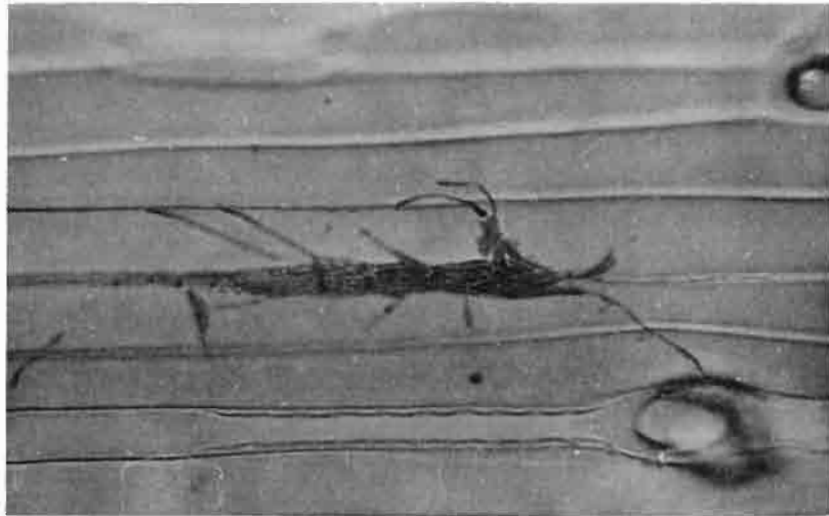


Figura 4. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 24 hs de incubación.

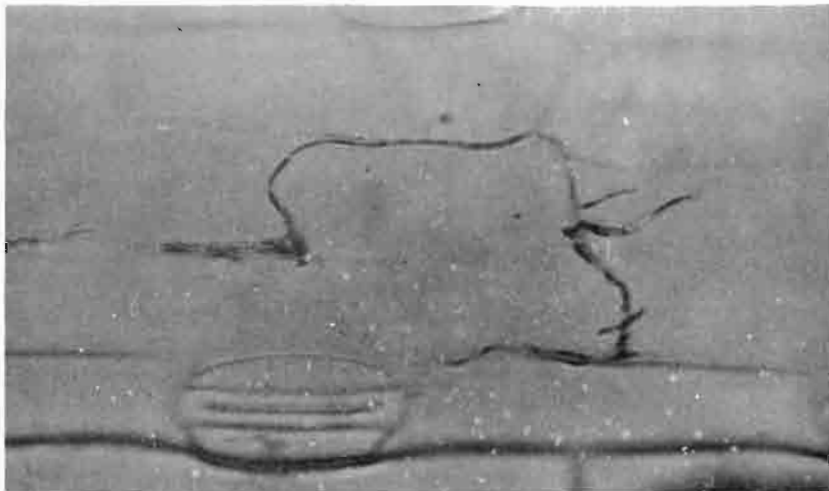


Figura 5. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 24 hs de incubación.



Figura 6. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 48 hs de incubación.

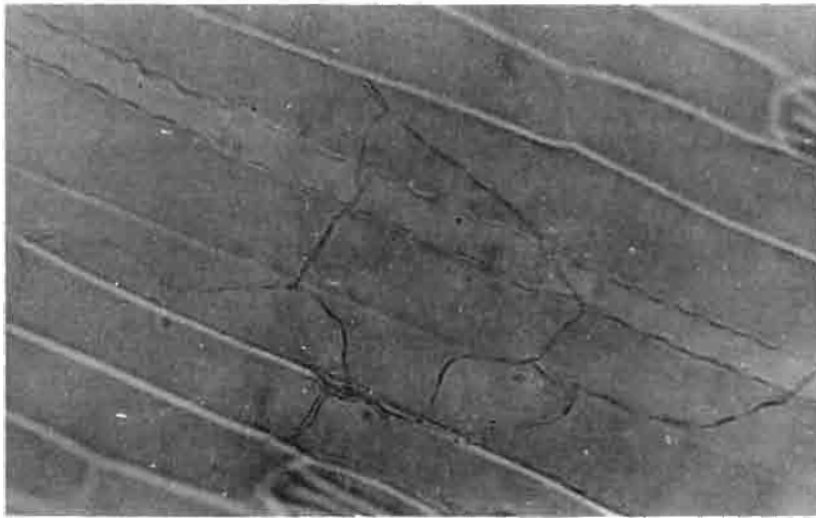


Figura 7. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 48 hs de incubación.

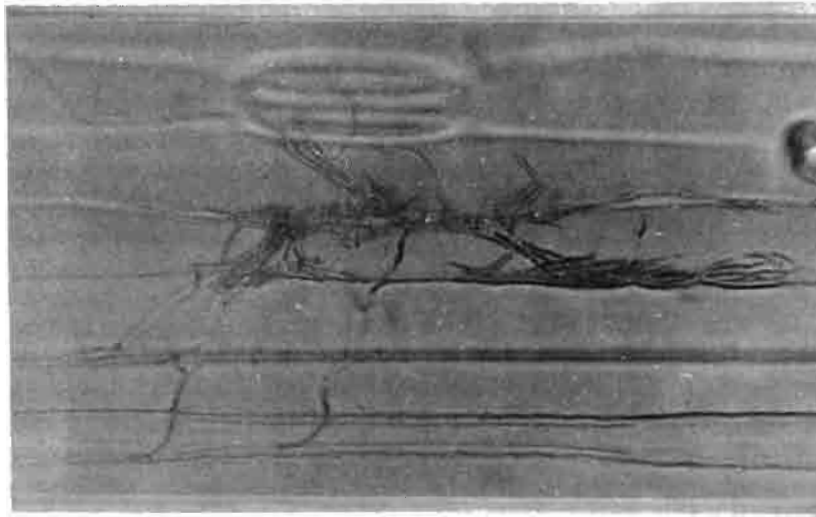


Figura 8. Picnidiosporos de *S. tritici* después de 72 hs de incubación.

VARIACION EN PATOGENICIDAD ENTRE CEPAS ARGENTINAS DE *MYCOSPHAERELLA GRAMINICOLA* (ANAMORFO, *SEPTORIA TRITICI*)

C.A. Cordo y H.O. Arriaga
Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

Resumen

Nueve aislamientos de *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (anamorfo, *Septoria tritici* Rob et Desm.) fueron significativamente diferentes en patogenicidad en cuatro cultivares de trigo. Los síntomas fueron medidos por el porcentaje de cobertura de picnidios en la tercera hoja de cada cultivar. Sólo la variedad Klein Toledo fue resistente a cada aislado monospórico de *M. graminicola*. Una fuerte interacción cultivar por aislamiento fue encontrada en Marcos Juárez INTA, Buck Naposta y Trigo 705 con todos los nueve aislamientos. Cada aislamiento particular causó una reacción distinta en cada cultivar; más aun, ninguna reacción fue la misma que las inducidas por los otros aislados. La interacción patógena fue clasificada como resistente, intermedia o susceptible. Dentro de la clase resistente, la magnitud de la interacción patógena fue relativamente baja, variando grandemente en la intermedia. A pesar de la gran variabilidad en la magnitud de la interacción huésped-patógeno, diferencias de respuesta de los huéspedes no fueron apreciables. Debido a este hecho estos aislamientos no fueron clasificados en razas fisiológicas.

Introducción

Una reacción diferencial de cultivares de trigo ante la infección de *Leptoaphaeria nodorum* (Berk. y Berk) (1, 4, 12, 14, 18, 19, 24) fue demostrada por trabajos de investigación llevados a cabo por muchos años. Los mismos resultados fueron observados en Israel con *M. graminicola*. Esta especialización fisiológica del patógeno fue estudiada por Eyal (6, 9) quien encontró diferentes grados de virulencia entre los aislamientos. Noventa y siete aislamientos de *M. graminicola* de 22 países fueron ensayados por virulencia en 35 cultivares de trigo y triticale. Una interacción significativa cultivar x aislamiento indicó la presencia de genes específicos para virulencia entre aislamientos. La presencia de genes hipotéticos para resistencia fueron estimados en Kavkaz-K 4500, 5 genes en Red Chief y 4 genes en Bobwhite "s", JCR - 979, Volcani 447 (tetraploide) y Mapache (triticale).

Sus resultados sobre la especialización en esta especie fueron confirmados por Wilson (22). Este último notó una gran variación en comportamiento entre cultivos de *M. graminicola* aislados de *Triticum durum* y *Triticum aestivum*. Otros autores también mencionaron la presencia (3, 6, 20) o la ausencia de (14) especialización fisiológica o interacción diferencial huésped-patógeno entre poblaciones de *M. graminicola*. Aunque algunas interacciones cultivar x aislamiento mostrando tipos patógenos identificables de *L. nodorum* (16) fueron reveladas, ninguna raza fisiológica en cualquiera de las dos especies de *Septoria* (2.6.13.17) son mencionadas en la literatura presente. Algunos autores han trabajado con varias poblaciones de *L. nodorum* encontrando interacciones significativas cultivar x

aislamiento que fueron indicativas de la resistencia específica, pero la magnitud de especificidad no fue elevada (14, 19).

El propósito del presente trabajo es caracterizar la variabilidad patogénica de aislamientos de *M. graminicola* obtenidos de diferentes regiones geográficas y contribuir de una forma u otra a la comprensión de las causas que podrían alterar la resistencia de los cultivares de trigo.

Materiales y métodos

Nueve aislamientos de *M. graminicola* de diferentes localidades geográficas de las áreas trigueras en Argentina: LH1, LH2, LH3, LH4, LH5 y LH6 de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires, originados de *T. aestivum*; 38388 C.D. de Coronel Dorrego, Buenos Aires, originado de *T. aestivum*; BW 4682 de Tres Arroyos, Buenos Aires, originado de *T. aestivum* y LHT9 de Los Hornos, La Plata, Buenos Aires, originados de triticale fueron evaluados en este experimento. Cuatro cultivares de trigo fueron inoculados para probar su patogenicidad. La virulencia fue medida sobre las hojas 28 días después de la inoculación. Cuatro variedades de trigo con diversa resistencia y trasfondo genético fueron usadas: Klein Toledo, R (selección parental no publicada de K. Atlas x selección no publicada y Bage Oitest K 209 - 45 Selección; Klein Selección 0:0 x Klein Lucero), Buck Naposta, (Rafaela x B. Pampero) x (B. Araucano x B. Quequen x Rafaela MAG), Marcos Juárez INTA, S (Sonora 64 x K. Rendidor), Trigal 705, S (Tobari 66"S" x (Chris "S" x 24438)).

Para cada tratamiento fueron sembradas 8-10 semillas en macetas de 12 cm de diámetro. Después de la emergencia, las plántulas fueron raleadas a 5 por maceta y cultivadas en invernaderos a temperaturas en el rango de 20-30 °C bajo condiciones de luz natural. Los aislamientos fueron obtenidos de hojas con lesiones, apropiadamente desinfectadas y cultivadas en PDA. Cirros individuales y esporas emergieron de los picnidios. Ellos fueron aislados monospóricamente en Agar Malta (30 g de extracto de malta, 5 g de pectona micológica en 1000 ml de agua destilada) y fueron replicadas en placas petri conteniendo Agar Czapeck Dox V⁸ para su esporulación. Treinta plantas por variedad fueron inoculadas en un diseño artificial de muestras al azar con tres repeticiones. Cada inóculo aislado fue preparado con cultivos de 15-30 días; los conidios estando suspendidos en 240 ml de agua destilada. Las concentraciones de la suspensión variaron en un rango de 3.4-6.5 por 10⁶ esporas/ml. Después de limpiar las hojas con las puntas de los dedos humedecidos, la inoculación fue realizada en la etapa de la tercera hoja por aspersiones hasta el punto de escurrimiento. Una vez inoculadas las plantas fueron colocadas en un invernadero en una cámara húmeda por 96 horas.

La determinación de los resultados fue hecha 28 días después de la inoculación. Los porcentajes de picnidios sobre 30 hojas de cada variedad, 10 hojas por muestra, fueron medidas. Antes de ser empleados en este análisis estadístico, los porcentajes de picnidios observados fueron cambiados a transformación angular usando $y = \arcsin(\text{porcentaje de picnidios})^{1/2}$. Las respuestas del huésped fueron estadísticamente estudiadas por medio de las pruebas de varianza y del test de Duncan.

En su corrección del manuscrito de este ensayo el Prof. Z. Eyal ha incluido amablemente la estimación del número mínimo de genes activos en la interacción huésped-parásito. Para obtener esta estimación él utilizó el programa computarizado DIFFER y GENEALOGY (10, 11).

Resultados

Los nueve aislamientos de *M. graminicola* difirieron de acuerdo a su grado de virulencia dado que causaron distinta reacción en algunos de los cultivares probados (Cuadro 1).

El análisis de varianza muestra una diferencia altamente significativa para variedad, aislamiento, y la interacción aislamiento x variedad (Cuadro 2).

Por medio del análisis de interacción (Cuadro 3) podemos concluir que los aislamientos, excepto para C1 y C8, reaccionan diferentemente de acuerdo a las variedades. Esto es debido a las diferencias altamente significativas en el cuadrado medio de casi todas las interacciones.

Cada reacción varietal contra la infección de aislamientos fue distintamente determinado por el test de Duncan (Figura 3). La cepa 38388 C.D. exhibió una virulencia moderada. LH1 causó una reacción intermedia en Marcos Juárez INTA y Trigal 705, mientras que en Buck Naposta y Klein Toledo produjo resistencia. LH5, LHT9, LH2 y BW4682 demostraron que las dos variedades presumiblemente susceptibles (MJ INTA y T.705) y la BN resistente reaccionaron del mismo modo. Estos aislamientos tuvieron una baja virulencia para las tres variedades. El aislamiento LH6 fue altamente virulento sobre las variedades MJ INTA y T.705, las cuales mostraron una reacción susceptible, pero causó una reacción diferente en BN y KT aunque estas dos variedades eran conocidas como resistentes. El aislamiento LH3 fue escasamente virulento en MJ INTA y KT (que reaccionaron como resistentes); altamente virulento sobre T.705 (que es susceptible) y virulento sobre BN (que es clasificado como resistente). Finalmente, el aislamiento LH4 fue avirulento sobre las cuatro variedades.

Por medio de este análisis se demostró que los nueve aislamientos de *M. graminicola* de diferente origen demostraron diferente patogenicidad sobre los varios huéspedes inoculados. La reacción de cada aislamiento también varió en relación al mismo cultivar, por ej., los aislamientos LH6 y LH3 causaron un alto porcentaje de picnidios sobre T.705 mientras que 38388 C.D. y LH1 produjeron la mitad del porcentaje de picnidios en relación a los aislamientos mencionados anteriormente.

De los resultados del análisis de varianza mostrado en el Cuadro 2, Eyal determinó el punto de separación entre la respuesta resistente y la susceptible del huésped antes de realizar el análisis genético de la frecuencia de virulencia (Figura 1). Los resultados de este análisis coinciden con nuestras observaciones. El aislamiento 38388 C.D. presenta una virulencia moderada, mientras que el aislamiento LH6 es el más virulento de este experimento. Los aislamientos LHT9, LH2, BW4682 y LH4 son los menos virulentos y LH1, LH3 y LH5 son más virulentos que 38388 C.D.

La Figura 3 muestra el tipo de respuesta de los cultivares. En relación a la virulencia de los aislamientos, los límites tomados en cuenta fueron los resultados de la prueba y el punto de separación calculado por Eyal. Sólo Klein Toledo mantiene su resistencia absoluta contra la inoculación con las nueve cepas; todos los otros cultivares expresaron respuestas de diversa magnitud de acuerdo al análisis de Eyal. Uno de los cultivares fue absolutamente susceptible mientras que

la magnitud de la interacción patógena varió grandemente en el tipo INTERMEDIO. El punto de separación es 15% mientras que el error estandar estimado (Eyal, 1985) es 1.3.

Una vez que el punto de separación fue determinado, la matriz aislamiento x cultivar (4 x 9) fue reformulada en términos de categorías "resistente" y "susceptible". Para estimar el número mínimo de genes activos en la interacción huésped-parásito, Eyal usó los programas de computadora DIFFER y GENEALOGY.

De acuerdo al análisis gen-por-gen, dos genes fueron asignados para resistencia (y/o virulencia) a los cuatro cultivares evaluados en esta prueba (ver la Figura 2). Considerando las combinaciones STA y STB, la asignación de genes para resistencia en los cuatro cultivares mostró el siguiente resultado:

GENES PARA RESISTENCIA

CULTIVAR	STA	STB
MJI	-	+
T. 705	-	-
Buck Naposta	+	-
Klein Toledo	*	*

+: presencia de genes para resistencia;
 -: ausencia de genes para resistencia;
 *: resistencia a todos los aislamientos.

Solamente un cultivar absolutamente resistente (Klein Toledo) y otro absolutamente susceptible (Trigal 705) fueron observados. De acuerdo a VSTA, combinaciones VSTA, la asignación de genes para virulencia en los nueve aislamientos estudiados demostró el siguiente resultado:

GENES PARA VIRULENCIA

AISLAMIENTO A		VSTA	VST
38388 C.D. C1		-	-
LH1	C2	-	+
LH5	C3	+	-
LH6	C4	+	+
LHT9	C5	-	-
LH2	C6	-	-
LH3	C7	+	-
LH4	C8	-	-
BW4682	C9	-	-

+: presencia de genes para virulencia;
 -: ausencia de genes para virulencia.

Los aislamientos LH1, LH5, LH3 y LH6 fueron asignados genes para virulencia dentro de alguna o ambas alternativas. Por otro lado, 38388 C.D., LHT9, LH2, LH4 y BW4682 no fueron asignados genes para virulencia.

Discusión

El conocimiento de la especialización fisiológica de un patógeno es necesario para llevar adelante un programa de mejoramiento genético. Sobre la base de la variabilidad patogénica de aislamientos de una población es posible planear el manejo genético de la resistencia.

Este tema ha sido revisado enteramente en *S. nodorum*. Eyal (6), trabajando con *S. tritici*, demostró que los cultivos del parásito aislados en Israel interactuaron diferentemente en relación al huésped resistente o susceptible. De acuerdo a Van der Plank (21) ellos no se comportaron como "razas agresivas". Ellos también estimaron el mismo rango de virulencia sobre cada uno de los huéspedes probados. Los aislamientos 38388 C.D. y LH4 aparentaron ser "razas agresivas" desde que revelaron escasas diferencias significativas en la interacción cultivar x aislamiento, i.e., ellos indujeron la misma respuesta sobre los cuatro cultivares. Para los restantes siete aislamientos, hay una interacción cultivar x aislamiento altamente significativa. Los aislamientos no sólo difirieron en patogenicidad dentro de una localidad sino también entre diferentes localidades: LH1 de LH5, LHT9, LH3 (La Plata); 38388 C.D. (Coronel Dorrego) de LH6 La Plata y de BW4682 (Tres Arroyos). También tuvieron un origen específico de diversos hospederos como en el caso de LHT9, obtenido de triticale, en relación al resto colectado de *T. aestivum*.

Las plántulas estudiadas mostraron dos respuestas distintas en el presente trabajo, tal como fue el caso de *S. nodorum* (19): a) interacción cultivar x aislamiento similar exhibida a través de una respuesta uniforme de resistencia absoluta a los nueve aislamientos (cultivar Klein Toledo); b) una interacción cultivar x aislamiento significativa con respuestas de diversa magnitud (T. 705, B.N., M.J. INTA). Como Scharen *et al.* (19) lo puntualizaron, una variación continua en la respuesta del hospedero originada de interacciones significativas cultivar x aislamiento podría sugerir que la resistencia es controlada por la acción aditiva de varios genes, mientras que la resistencia de cultivares altamente resistentes podría ser gobernada por genes mayores R.

Eyal confirmó la participación de más de un gen para resistencia por medio de un análisis realizado con los datos proveídos por su trabajo. Los cuatro cultivares probados fueron asignados dos genes para resistencia (y/o virulencia), siendo KT absolutamente resistente y T. 705 absolutamente susceptible. Wilson (23) subraya la actividad de genes individuales dominantes los cuales proveyeron resistencia a *M. graminicola* en algunas variedades (Lerma 50, PL4, Bulgaria 88, Israel 493, Veranopolis, IAS 20). Por otro lado, fueron encontrados un solo gen recesivo, dos genes parcialmente dominantes con efectos aditivos: Nabob y, por lo menos, tres genes recesivos en Seabreeze. Más aun, Wilson (23) encontró que genes resistentes en Israel 493 y Veranopolis eran independientes. Van der Plank (21) afirmó que una interacción significativa aislamiento x variedad en el análisis de varianza es indicativa de una resistencia específica.

En este trabajo, así como en el de Rufty *et al.* (14), la interacción cultivar x aislamiento fue notoria, revelando que la resistencia específica está presente en

trigo, pero que la magnitud de esta especificidad no es suficientemente consistente. Todos los aislamientos del hongo infectaron los cultivares probados de manera diferente.

En vista de los resultados experimentales y estadísticos, fue posible clasificar los aislamientos revisados dentro de cinco clases diferentes:

- 1) "razas agresivas", incluyendo 38388 C.D. y LH4, los cuales causaron respuestas iguales en los cuatro cultivares.
- 2) el aislamiento LH1 con una "reacción diferencial" entre variedades resistentes y susceptibles así como con virulencia moderada.
- 3) los aislamientos LH2, LHT9 y BW4682 con una "reacción similar" en dos variedades susceptibles y la resistente Buck Naposta y con una baja frecuencia de virulencia; más aun, LH5 -presentando un comportamiento similar- es también incluido en esta categoría aunque presenta una virulencia mayor.
- 4) el aislamiento LH6 con una "reacción definida" sobre cultivares susceptibles, pero no sobre la resistente Buck Naposta; muestra gran virulencia.
- 5) el aislamiento LH3 con una "reacción no diferenciada" entre el cultivar susceptible Marcos Juárez INTA y el resistente Klein Toledo.

En este caso, considerando el trabajo previo de los autores (1, 16, 19) es imposible clasificar estos aislamientos en razas fisiológicas debido a la falta de suficientes elementos de juicio. Esto está basado en los siguientes puntos:

- 1) A pesar de la gran variedad en magnitud de la interacción huésped-patógeno, diferencias en la respuesta del hospedero no fueron significativas, e.g., la mayoría de las interacciones tuvieron lugar en la respuesta INTERMEDIA, siendo escasas en la susceptible.
- 2) Es necesario usar muchos cultivares de diferentes trigos comprendiendo una variabilidad genética mayor que la de los cultivares usados para el presente trabajo. De acuerdo con Buxton (5), para un patógeno particular, el número de razas identificables por inoculaciones artificiales sobre trigos diferentes está relacionado al número de huéspedes diferenciales que permiten su diferenciación.

Eyal (9) estudió la interacción huésped-parásito, trabajando con 35 cultivares diferenciales de trigo y 97 aislamientos fungosos de diferentes regiones geográficas del mundo. El fue capaz de proveer importantes resultados en relación a la frecuencia de genes para virulencia en *M. graminicola* y su distribución geográfica. El determinó que la frecuencia de virulencia varia entre las diferentes regiones geográficas del mundo y aun dentro del mismo país. De acuerdo a su estudio, Sudamérica presenta el más alto nivel de virulencia, presentando aislamientos altamente virulentos como los de México y Uruguay, con la única excepción de Chile, cuyos aislamientos son los menos virulentos.

Conclusión

La reacción de los 9 aislamientos de *M. graminicola* bajo las presentes condiciones de trabajo revelaron:

- La presencia de formas agresivas que no mostraron ninguna diferencia en la interacción cultivar x aislamiento.
- La presencia de aislamientos con la mencionada interacción no relacionada a su localidad geográfica ni al origen específico del hospedero.
- En plántulas con similar interacción cultivar x aislamiento expresado por medio de una resistencia absoluta a los 9 aislamientos o con una respuesta de diversa magnitud en el hospedero, los aislamientos fungosos son capaces de infectar a los varios cultivares de manera diferente.
- Para diferenciar razas fisiológicas es necesario usar una amplia variedad de germoplasma de trigo que nos permita obtener una mejor respuesta diferencial del hospedero.
- Eyal hipotéticamente asignó dos genes para resistencia (y/o virulencia) a los cultivares de trigo usados en estos experimentos (Buck Naposta, Klein Toledo, Marcos Juárez INTA, Trigo 705).

Reconocimientos

Los autores desean agradecer al Prof. Z. Eyal por la lectura y corrección del manuscrito, al Ing. Agr. R. Boggio por sus consejos sobre análisis estadísticos, a la Srta. N. Lema por su ayuda en la traducción de este trabajo del español al inglés, y a la Comisión de Investigaciones Científicas por el apoyo financiero.

Bibliografía

- 1.- ALLINGHAM, E.A. y L.F. JACKSON. 1981. Variation in pathogenicity, virulence and aggressiveness of *S. nodorum* in Florida. *Phytopath.* 71:1080-1085.
- 2.- ARSENIJEVIC, M. 1965. *Septoria tritici* Rob. et Desm. parazit pšenice U.S.R. Srbiji (*Septoria tritici* Rob. et Desm. as wheat parasite in the S.B. Serbia) *Zastita Bilja* 16:5-70 (Serbian with an English summary).
- 3.- BALLANTYNE, B. 1983. Glasshouse testing for resistance to speckled leaf blotch. In: *Proc. Australian Plant Breeding Conference*, 14-18 Feb. 1983, Adelaide. pp. 329-330.
- 4.- BOCKMANN, H. 1958. Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens in Sommer 1957. *Phytopath. z.* 33:225-240.
- 5.- BUXTON, E.W. 1960. Heteriocariosis, Saltation and Adaptation. In: *Plant Pathology. Acc. Press. Vol. II. Chap. 10:* p. 359-1090.
- 6.- EYAL, Z. 1973. Physiologic specialization of *Septoria tritici*. *Phytopath.* 63:1084-1090.

- 7.- _____. 1981. Integrated Control of Septoria Disease of wheat. *Plant diseases* 65(9):763-768.
- 8.- EYAL, Z., DANON, T., LEVI, E. y M. YECHILEVICH-AUSTER. 1982. Genetic protection against Septoria leaf blotch of wheat. In: *Les Colloques del' INRA No 11, Bordeaux, France*. P. 105-117.
- 9.- EYAL, Z., SCHAREN, A.L., HUFFMAN, M.D. y J.M. PRESCOTT. 1985. Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. *Phytopath.* 75:1456-1462.
- 10.- KAMPMEIJER, P. 1981. DIFFER: A procedure to find new differential varieties in large cultivars - isolate reaction matrices. *Cereal Rust. Bull.* 9:9-13.
- 11.- _____. 1981. Epi DAT: Data analysis for disease nurseries. Report on a joint project between CIMMYT, Mexico, The Research Institute of Plant Protection (IPO) and the Department of Phytopathology of the Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. P. 33.
- 12.- LEIJERSTRAM, B. 1962. Apxparasiter pa vetesorter Sverige 1954 och 1959. *edd Vaxtskyddsanst Stockholm* 12:163-180.
- 13.- RILLO, O.A., CALDWELL, R.M. y D.V. GLOVER. 1970. Cytogenetics of resistance to wheat leaf blotch (*S. tritici*) in backcross derivatives of an Agroticum line. *Crop Sci.* 10:223-227.
- 14.- RUFTY, R.C., T.T. y F. MURPHY. 1981. Variation in virulence in isolates of *S. nodorum*. *Phytopath.* 71:593-596.
- 15.- SAARI, E.E. y R.D. WILCOXON. 1974. Plant diseases situation of high -yield dwarf wheat in Asia and Africa. *Ann. Rev. Phytopath.* 12:49-68.
- 16.- SCHAREN, A.L., EYAL, Z. y J.M. KRUPINSKY. 1976. Host-parasite interaction in ten spring and winter wheat cultivars inoculated with fourteen isolates of *S. nodorum* (Berk) Berk (Abstr.). *Proc. Amm. Phytopath. Soc.* 3:320.
- 17.- SCHAREN, A.L. y J.M. KRUPINSKY. 1970. Cultural inoculation studies of *S. nodorum* cause of glume blotch of wheat. *Phytopath.* 60:1480-1485.
- 18.- SCHAREN, A.L. y J.M. KRUPINSKY. 1978. Detection and manipulation of resistance to *S. nodorum* in wheat. *Phytopath.* 68:245-248.
- 19.- SCHAREN, A.L. y Z. EYAL. 1983. Analysis of symptoms on spring and winter wheat cultivars inoculated with different isolates of *S. nodorum*. *Phytopath.* 73:143-147.
- 20.- SCHAREN, A.L., EYAL, Z., HUFFMAN, M.D. y J.M. PRESCOTT. 1985. The distribution and frequency of virulent genes in geographically separated populations of *Leptosphaeria nodorum*. *Phytopath* 75:1463-1468.
- 21.- VAN der PLANK, J.E. 1968. *Diseases Resistance in Plant*. Acad. Press, Nueva York y Londres, 206 pp.

22.- WILSON, R.E. 1978. The Australian Septoria Nurseries (AUSEN). In: Proceeding of the Australian Septoria Workshop Agr. Research Institute N.S.W. Depart. of Agric. WAGGA -WAGGA, N.S.W. Australia, p. 33-36.

23.- _____. 1983. Inheritance of resistance to *S. tritici* in wheat. In: Septoria of Cereals. Proceeding of the Workshop held August 2 - 4, 1983, at Montana State University, Bozeman, Montana, p. 33-35.

24.- ZWATZ, B. 1966. Die Septoria (*S. nodorum*) eine gefährlich Weizenkrankheit in niederschlagreichen Jahren Pflanzenarzt 19(6):74-75.

Abstract

Nine Mycosphaerella graminicola (Fuckel) Schroeter (anamorph: Septoria tritici Rob. ex Desm.) isolates showed significantly different pathogenicity levels on four wheat cultivars. Symptoms were evaluated based on percentage pycnidial cover on the third leaf of each cultivar. Only cultivar Klein Toledo proved resistant to all monosporic isolates of M. graminicola. A strong cultivar x isolate interaction was observed between Marcos Juarez INTA, Buck Naposta, and Trigo 705 and all nine isolates. Each isolate produced a different reaction on each cultivar; moreover, no reaction was the same as those produced by the other isolates. Pathogenic interaction was classified as resistant, intermediate, or susceptible. Within the resistant classification, pathogenic interaction was relatively low, but varied greatly within the intermediate one. Despite high variability of the host-pathogen interaction, no appreciable difference in host response was observed. Because of this, isolates were not classified into physiologic races.

CUADRO 1. Cobertura de picnidios en plántulas de trigo infectadas artificialmente con nueve aislamientos de *S. tritici*. a) Porcentaje promedio de cobertura de picnidios sobre tres repeticiones b).

VARIEDAD	C1 38388 BW4682	A I S L A M I E N T O									C9
		C2 LH1	C3 LH5	C4 LH6	C5 LHT9	C6 LH2	C7 LH3	C8 LH4			
MJINTA	8,16b Pp1	17,4 Pp2	13,5 Pp1	39 Pp3	6,4 Pp1	3,3 Pp1	7,1 Pp1	0	0	6,7 Pp1	
T 705	15 Pp1	16 Pp2	17 Pp2	34 Pp3	12,5 Pp1	12,4 Pp1	43,1 Pp3	0	0	14,2 Pp1	
BN	4,1 Pp1	6,3 Pp1	15 Pp1	22 Pp2	11 Pp1	11,5 Pp1	16 Pp2	0	0	7 Pp1	
KT	2,7 Pp1	6,4 Pp1	1,2 Pp1	10 Pp1	1,2 Pp1	0	4,5 Pp1	1	0	0	

(a) 0: sin picnidios pero con clorosis;

Pp1: 1 - 15% cobertura de picnidios, aislamiento moderadamente virulento;

Pp2: 16 - 30% cobertura de picnidios, aislamiento virulento;

Pp3: 31 - 45% cobertura de picnidios, aislamiento altamente virulento;

Pp4: 46 - 60% cobertura de picnidios, aislamiento altamente virulento;

Pp5: 61 - 80% cobertura de picnidios, aislamiento altamente virulento;

Pp6: 81 - 100% cobertura de picnidios, aislamiento altamente virulento.

CUADRO 2. Análisis de varianza para las causas varietales bajo estudio.

CAUSA VARIETAL	G.L.	C.M.
Entre macetas	107	---
Variedad	3	5184,57++
Aislamientos	8	3158,26++
Variedad x aislamiento	24	400,91++
Tratamiento	35	---
Error muestral	324	51,69
Error experimental	72	108,26
Total	431	

DMS 5% = 16,76

DMS 1% = 18,77

CUADRO 3: Análisis de varianza para las causas varietales bajo estudio.

CAUSA VARIETAL	G.L.	C.M.
CEPAS 1 C1 d V	3	1,03 n.s.
C2 d V	3	6,84++
C3 d V	3	12,54++
C4 d V	3	9,58++
C5 d V	3	4,47++
C6 d V	3	8,06++
C7 d V	3	22,81++
C8 d V	3	0,33 n.s.
C9 d V	3	9,15++
TOTAL	27	

DMS 5% = 4,24

Virulencia en *T. aestivum*

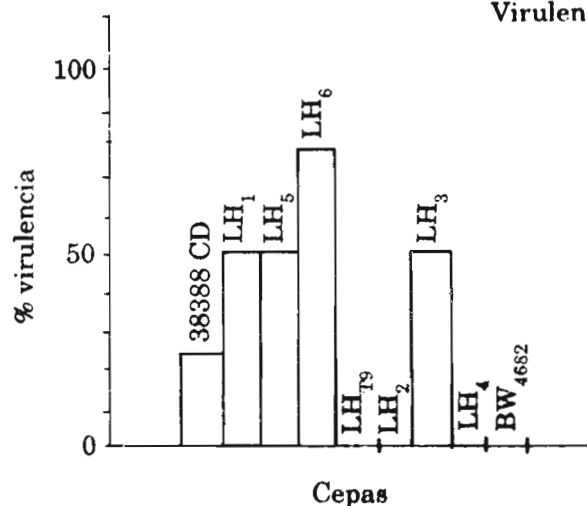


Figura 1. La frecuencia de factores de virulencia hipotético (porcentaje de virulencia de cepas de *Mycosphaerella graminicola*).

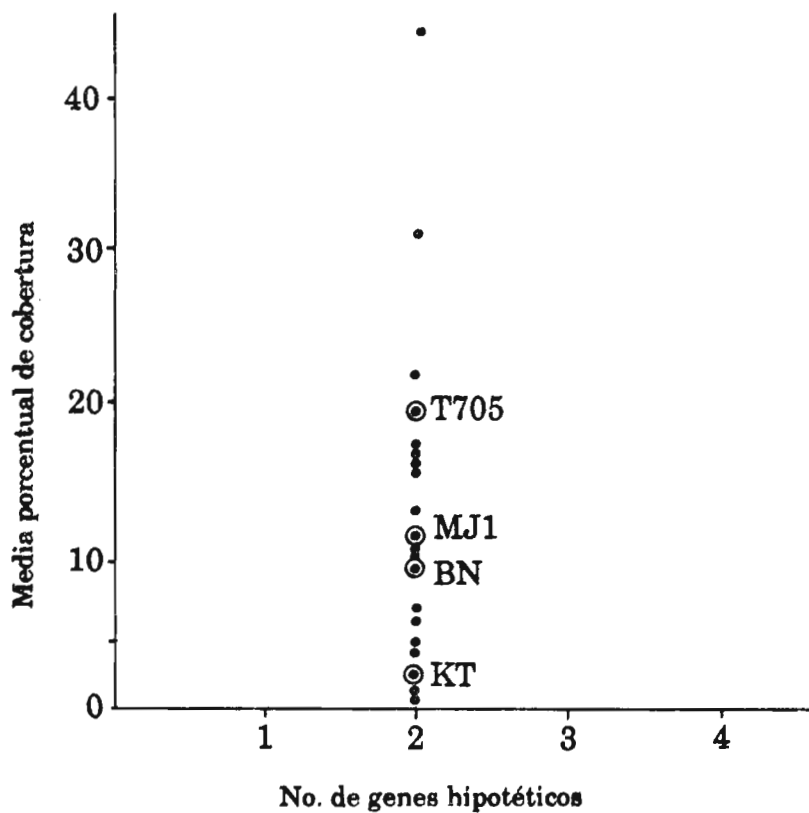


Figura 2. La relación entre el número de genes hipotéticos correspondientes a la resistencia a *M. graminicola* y porcentaje de cobertura de picnidios para cuatro cultivares de trigo.

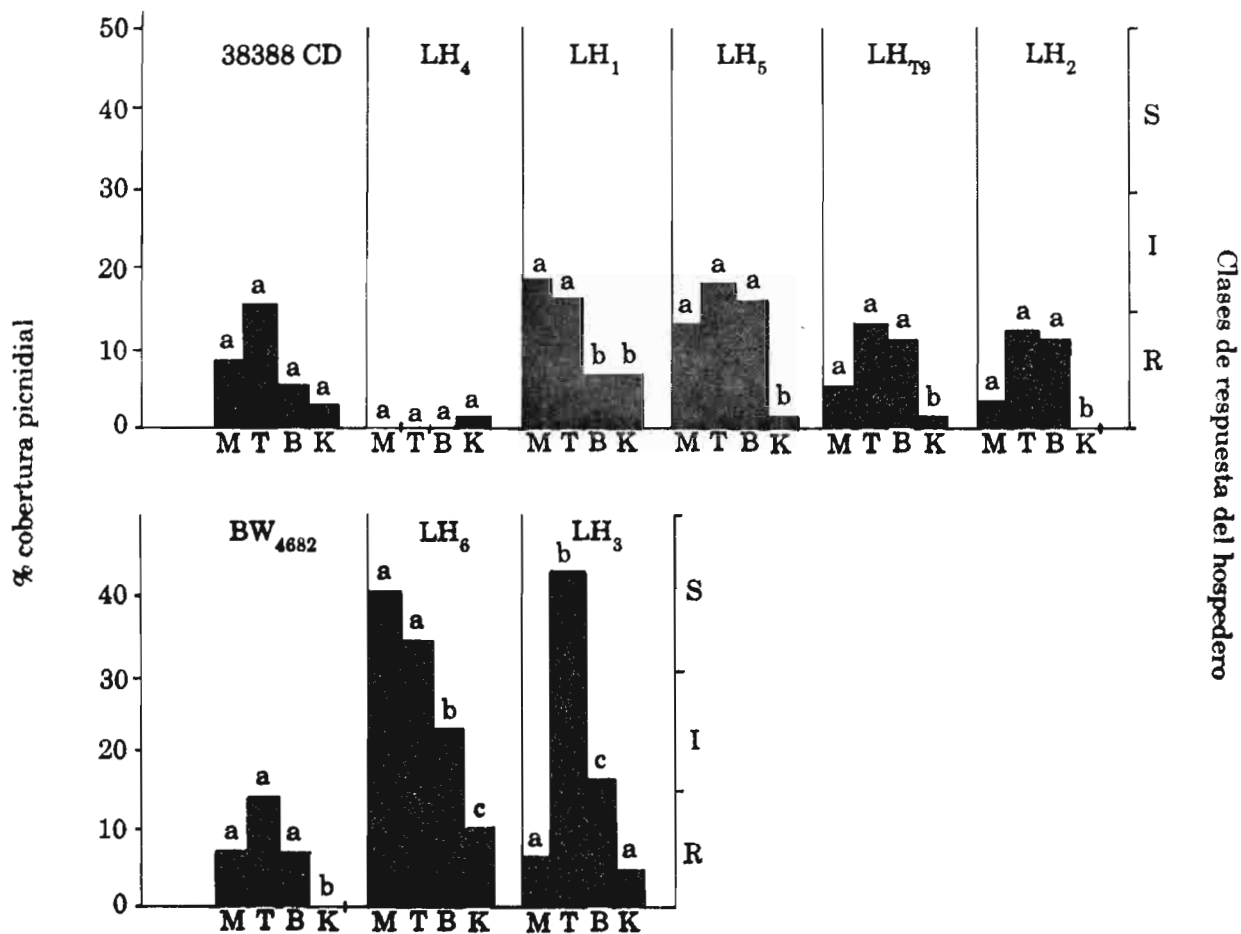


Figura 3. Porcentaje de picnidios (promedio: 30 observaciones) sobre hojas inoculadas con *M. graminicola*. Cada histograma representa reacciones de cuatro cultivares de trigo al aislamiento identificado en la parte superior.

Cultivares: M: Marcos Juárez INTA; T: Trigo 705; BN: Buck Naposta; KT: Klein Toledo. Clase de respuesta: S: susceptible; I: intermedio; R: resistente.

Las barras con letras diferentes en la parte superior muestran diferencias significativas de acuerdo al test de Duncan.

Clases de respuesta del hospedero:

1-15% de cobertura de picnidios: resistente; 16-30% cobertura de picnidios: intermedia; + 30% de cobertura de picnidios: susceptible.

**ESPECIALIZACION FISIOLÓGICA EN CEPAS ARGENTINAS
DE *MYCOSPHAERELLA GRAMINICOLA* (FUCKEL)
SCHROETER
(ANAMORFO *SEPTORIA TRITICI* ROB. EX DESM.)**

A.E. Perello
Universidad Nacional de La Plata
Buenos Aires, Argentina

F.J. Babinec
Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Buenos Aires, Argentina

C.A. Cordo
Universidad Nacional de La Plata
Buenos Aires, Argentina

Resumen

Cinco variedades comerciales argentinas de trigo fueron inoculadas con 15 cepas de Septoria tritici provenientes de distintas zonas de Buenos Aires (subregiones trigueras norte II, sur II, sur IV y V). La reacción de cada variedad fue evaluada según el porcentaje de cobertura picnidial. Se observaron diferencias significativas entre las cepas (8,10 a 24,76%) y entre las variedades (11,33 a 22,75%). Se consideró que una importante interacción entre aislamiento y variedad indica la especialización del patógeno. Las diferencias entre las variedades fueron analizadas para cada aislamiento. Siete aislamientos mostraron diferencias marcadas en las respuestas de las variedades; sin embargo, de las respuestas a los otro ocho aislamientos ninguna fue similar a otra. Uno de los aislamientos presentó diferencias graduales, mientras que los otros no mostraron diferencias debido al alto coeficiente de variación. Las respuestas de las variedades se clasificaron de acuerdo con la presencia o ausencia de diferencias significativas para cada aislamiento. Sólo dos aislamientos coincidieron en forma significativa. Como existe variación en la respuesta y se desconoce la genética de la relación huésped-patógeno, no fue posible clasificar los aislamientos en razas fisiológicas. Se puede suponer la acción de algunos genes de resistencia en ciertos aislamientos.

Introducción

La mancha de la hoja del trigo causada por *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (anamorfo, *Septoria tritici* Rob. ex Desm.) es una enfermedad ampliamente difundida en toda la región triguera argentina. Tanto las variedades comerciales como la mayoría del material de crianza que se maneja en la actualidad son susceptibles en mayor o menor grado (4).

La búsqueda de fuentes de resistencia y su incorporación en planes de mejoramiento requiere conocer la estructura de la relación hospedante-patógeno. Existe evidencia de especialización fisiológica en *S. tritici* (5, 6, 2, 14).

En Argentina, Cordo y Arriaga (3) observaron que los aislamientos de diferente origen mostraban diferencias en patogenicidad al ser inoculados sobre variedades comerciales locales.

Este trabajo tiene por finalidad profundizar el estudio sobre la variabilidad patogénica de una población de cepas de *S. tritici*.

Materiales y métodos

Se comparó la patogenicidad de 15 aislamientos de *S. tritici*, procedentes de distintas localidades de la Provincia de Buenos Aires ubicadas en las sub-regiones ecológicas trigueras II Norte, II Sur, IV y V Sur. Las cepas analizadas se detallan en el Cuadro 1.

Para analizar la virulencia de los aislamientos, se seleccionaron cinco cultivares de trigo con distinto comportamiento frente al patógeno en infecciones naturales a campo y genealogía no emparentada (4): Bordenave Puán:Cheg 160 /Klein Aniversario, Buck Manantial:Rafaela MAG/Buck Quequén), Buck Pangare:B. Relén/Rafaela MAG//B. Pampero//Robin, Diamante INTA:Sonora 64/Tezanos Pinto//Nai 60/3/Nar 59 y Marcos Juárez INTA:Sonora 64/Klein Rendidor (4).

El ensayo se condujo en invernáculo, a temperatura media mínima de 10 °C. y media máxima de 25 °C. Para cada tratamiento, se sembraron 10 semillas/maceta raleando las plantitas, luego de la emergencia, a 5/maceta. Se emplearon seis macetas por combinación cepa-variedad. Los aislamientos fueron obtenidos de hojas de trigo con lesiones típicas, desinfectadas convenientemente e incubadas en APG. A partir de los cirros de esporas emergidos de los picnidios, se realizaron aislamientos monospóricos en agar agua. A los cinco días se repicaron a tubos pico de flauta con medio agar malta para su esporulación. Al noveno día se desarrolló una masa mucosa de conidios secundarios empleados en la inoculación.

Las plantitas de trigo se pulverizaron al estado de tercer hoja (21 días). La concentración de esporas empleada fue de 1×10^7 /ml en un volumen de 300 ml de agua destilada, goteando hasta chorreo. Luego de inoculadas, se mantuvieron 96 h en cámara húmeda. La evaluación de los síntomas se realizó a los 28 días del tratamiento. Se analizó el porcentaje de cobertura picnidial en la tercer hoja de 30 plantas de cada combinación cepa-variedad. Para el análisis de los datos se empleó la transformación angular $Y: 2 \sin^{-1} (\% \text{ cob. picnidial})^{1/2}$ expresada en radianes (8). El factorial 5×15 se analizó según un diseño completamente al azar, considerando a cada maceta una repetición y a los cultivares y aislamientos efectos fijos. Cuando el CM de cultivares dentro de un aislamiento fue significativo, se empleó la diferencia mínima significativa para comparar las medias de los datos transformados (13) y posteriormente se los reconvirtió a la escala original.

Según la existencia o no de diferencias significativas, se ordenaron los cultivares por su respuesta a cada aislamiento. Los ordenamientos de cultivares se compararon por el coeficiente de correlación jerárquica de Spearman (8).

Resultados

El análisis de varianza indicó que todas las fuentes contribuyeron significativamente a la variación total (Cuadro 2). El análisis de varianza de la interacción variedades para cada aislamiento indicó que, en algunos casos, el comportamiento de los cultivares varía según la cepa con la que interactúa (Cuadro 3).

Las cepas BNaCD y N7OLP separan a los cultivares en dos grupos: 2, 3 y 4 como resistentes y 1,5 con respuesta intermedia y/o susceptible. Las cepas L5718Pg y CoCa BB indujeron una respuesta intermedia a susceptible en casi todos los cultivares, excepto en 2 y 3, respectivamente.

El resto de las cepas provocaron marcadas diferencias según el CV inoculado. La cepa VIRO, en particular, indujo reacciones con diferencias graduales en los 5 cultivares.

En los restantes casos (BNaMi, BNaN, RIMi, L5718Pg, BPaN, VIRO y BNT) no pudieron establecerse diferencias debido al error experimental reflejado en el coeficiente de variación (38,42%).

Discusión

Según Gaumann (7), la virulencia está dada por la capacidad del patógeno para multiplicarse en el hospedante. De ahí la elección del criterio para estudiar la reacción de los distintos cultivares.

La presencia de interacción significativa, puede considerarse como índice de especialización fisiológica en el patógeno y de resistencia específica en el hospedante.

Van der Plank, citado por Parlevliet y Zadoks (9), indica que podría obtenerse una prueba más rigurosa analizando si las cepas inducen el mismo ordenamiento de los cultivares por su respuesta. Los resultados del presente trabajo sólo muestran un caso de coincidencia entre las cepas BNaCD y N7OLP (Cuadro 4). En el resto de los casos las coincidencias son moderadas o muy bajas.

Al no conocerse la genética de la relación hospedante-patógeno, y en vista de la variación en las respuestas inducidas por las cepas, no se han clasificado en razas fisiológicas. No obstante ello los aislamientos indujeron diferencias en el comportamiento de los cultivares. Estas diferencias variaron en magnitud según el aislamiento utilizado.

El cultivar Buck Manantial tuvo, en general, un buen comportamiento, pero mostró reacción intermedia frente a los aislamientos CoCa BB y VIRO; Buck Pangare, resistente según la información obtenida a campo, tuvo comportamiento intermedio frente al aislamiento L5719Pg, similar al de las variedades B.Puan, Diamante INTA y Marcos Juárez INTA.

Existe cierta dificultad para establecer la existencia de especialización fisiológica en *S. tritici* (15). Como la reacción se mide en forma cuantitativa, la separación en clases excluyentes es en cierto grado arbitraria.

En *S. nodorum*, Ruffty *et al.* (10) indicaron que la variabilidad en las respuestas y el reducido rango de las mismas desaconsejaban la clasificación de los aislamientos en razas. Cordo y Arriaga (3) observaron similares dificultades.

No obstante ello, es posible inferir cierto grado de especialización, lo que podría estar determinado por algunos genes mayores para resistencia y/o virulencia.

Debería examinarse la interacción entre los mismos y la acción modificadora de otros genes.

Conclusiones

- Existen diferencias en el comportamiento de los cultivares y aislamientos analizados.
- La reacción de un cultivar es, en cierta medida, específica para un aislamiento en particular.
- Es posible suponer un cierto grado de especialización, pero a falta de un conocimiento concreto sobre la genética de la relación hospedante-patógeno, y por la variabilidad en las respuestas de los hospedantes, resulta difícil establecer razas fisiológicas.
- No se observó concordancia en las reacciones provocadas por aislamientos provenientes de la misma variedad pero de distintas regiones geográficas.

Por otro lado, se ha dicho que no es posible establecer con total certeza el número de factores de resistencia presentes en un cultivar (1). También, que la clasificación en razas puede ampliarse introduciendo nuevas cepas o variedades (12). Por ello, tanto como la detección de especialización, interesa conocer el tipo de acción génica involucrado en la resistencia, para diseñar el plan de mejoramiento más conveniente.

Bibliografía

1. ANTONELLI, E.F. y F.J. MUJICA. 1978. Genética de la resistencia a las enfermedades de las plantas. In: Introducción a la Fitopatología. Fernández Valiela, M.V. Vol. III Hongos. Tercero ed. Colección Científica del INTA Buenos Aires. Rca. Argentina.
2. BALLANTYNE, B. 1983. Glasshouse testing for resistance to speckled leaf blotch. In: Proc. Australian Plant Breeding Conference, 14-18 Feb. 1983, Adelaide.
3. CORDO, C.A. y ARRIAGA, H.O. 1983. Patogenicidad diferenciada entre cepas argentinas de *Septoria tritici* (Rob. ex Desm.). Summa Phitopatologica Vol. 27 (1-2) 1987 (En prensa).
4. E.T.R.E. 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985. Ensayo territorial de resistencia a enfermedades en Trigo, Triticale, Avena, Cebada, Centeno y Lino en la Región Cerealera Argentina. Boletines informativos No 39, No 40, No 41, No 42 y No 43. INTA. Castelar.
5. EYAL, Z., Z. AMIRI y WAHL, I. 1973. Physiologic specialization of *Septoria tritici*. Phytopatology Vol. 63:1087-1091.
6. EYAL, Z., A.L. SHAREN, M.D. HUFFMAN y J.M. PRESCOTT. 1985. Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. Phytopathology 75(12):1456-1462.

7. GAUMANN, E. 1946. Pflanzliche Infektionslehre. Verlag Birkhauser, Basel. 611 p.
8. MARASCUILO, L. y McSWEENEY. 1977. Nonparametric and distribution free methods for the social sciences. Brooks Cole Pub. Co., Monterey, California.
9. PARLEVLIET, J.E. y J.C. ZADOKS. 1977. The integrated concept of disease resistance; A new view including horizontal and vertical resistance in plants. *Euphytica* 26:5-21.
10. RUFFTY, R.C., T.T. HEBERT y C.F. MURPHY. 1981. Variation in virulence in Isolates of *Septoria nodorum*. *Phytopathology* 71(6):593-596.
11. SCOTT, P.R. 1985. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* in wheat. In: A.L. Scharen (ed.). *Septoria of Cereals: Proc. of the Workshop*, Montana State University. Bozeman, Montana, USDA-ARS, pp. 5-12.
12. STAKMAN, E.C. y J.G. HARRAR. 1957. *Principles of Plant Pathology* Ronald New York 581 p.
- 13 STEEL, R.G. y J.H. TORRIE. 1980. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Trad. de la Edición en inglés. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
14. WILSON, R.E. 1978. The Australian *Septoria* Nurseries (AUSEN). In: *Proceedings of the Australian Septoria Workshop Agr. Research Institute N.S.W. Depart. of Agric. Wagga-Wagga, N.S.W. Australia*, pp. 33-36.
15. WILSON, R.E. 1983. Inheritance to *S. tritici* in wheat. In: *Septoria of Cereals. Proceeding of the workshop held August 2-4, 1983, at Montana State University, Bozeman, Montana*, pp. 33-35.

Abstract

Five Argentine commercial wheat varieties were inoculated with 15 strains of Septoria tritici from different areas of Buenos Aires Province (North wheat subregion II, South II, South IV and V). Each cultivar reaction was evaluated by percentage pycnidial cover. There were significant differences within strains (8.10 to 24.76%) and between cvs (11.33 to 22.75%). Significant isolate x cultivar interaction was considered an index of pathogen specialization. The differences between cultivars were analyzed for each isolate. Seven isolates showed distinct differences between cultivar response; however, none of the responses to the other isolates were similar. One of the isolates presented gradual differences, whereas the others did not show differences due to the high coefficient of variation. Cultivar responses were classified according to the presence or absence of significant differences for each isolate. Only two isolates coincided significantly. Since there is variation in the response and the genetics of the relationship host-pathogen is unknown, isolates could not be classified in physiologic races. The action of some major resistant genes on certain isolates can be suggested.

CUADRO 1. Localidad de origen, sub-región ecológica triguera y variedad de trigo hospedante de los 15 aislamientos analizados.

CODIGO CEPA	LOCALIDAD DE ORIGEN	SUB-REGION ECOLOGICA	VARIEDAD HOSPEDANTE
BNaCD	Cnel. Dorrego	V Sur	Buck Naposta
BNaBV	Magdalena	II Sur	Buck Naposta
BNaMi	Miramar	IV	Buck Naposta
BnaN	Necochea	IV	Buck Naposta
BPut	Tandil	IV	Buck Pucara
BPuBv	Magdalena	II Sur	Buck Pucara
RIMi	Miramar	IV	Retacon INTA
L5718Pg	Pergamino	II Norte	L5718
CoCaBB	Bahia Blanca	V Sur	Coop. Cabildo
SABI	Balcarce	IV	San Agustin
MPaN	Necochea	IV	Buck Pangare
VIR	Rojas	II Sur	Victoria INTA
BON	Necochea	IV	Buck Ombu
N70LP	La Plata	II Sur	Norkin 70
BÑT	Tandil	IV	Buck Ñandu

CUADRO 2. Análisis de varianza para cobertura picnidial.

FV	GL	CM	F
Combinaciones	74	0.394656	<0.01
Aislamientos	14	0.481992	<0.01
Cultivares	4	1.791936	<0.01
Aisl. x Cult.	56	0.273017	<0.01
Error	375	0.090530	

CUADRO 3. Partición de la (Suma de Cuadrados Cultivares + Suma de Cuadrados Interacción).

Fuente de varianza	Grado de libertad	Cuadrado medio	F
Var.en aisl.1	4	1.321527	<0.01
2	4	0.454687	<0.01
3	4	0.128716	NS
4	4	0.107578	NS
5	4	0.540459	<0.01
6	4	0.142813	NS
7	4	0.022146	NS
8	4	0.557076	<0.01
9	4	0.283186	<0.05
10	4	0.061783	NS
11	4	0.075228	NS
12	4	0.275953	<0.05
13	4	0.450312	-0.01
14	4	0.995723	<0.01
15	4	0.198378	NS

CUADRO 4. Coeficiente de correlación jerárquica entre ordenamientos.

	2	5	8	9	12	13	14
1	0.375*	0.125	0.625	0.725	0.725	0.125	0.975
2		0.750	0.625	0.625	0.225	0.750	0.225
5			0.625	0.625	0.100	0.625	0.100
8				0.375	0.100	0.750	0.600
9					0.850	0.125	0.600
12						0.275	0.700
13							0.025

* Significativo al 0,05

VARIABILIDAD PATOGENICA DE *SEPTORIA TRITICI* ROB. EX DESM.

M. Díaz de Ackermann
Estación Experimental La Estanzuela
Colonia, Uruguay

Resumen

La mancha de la hoja causada por Septoria tritici Rob. ex Desm. es una de las enfermedades más importantes del trigo, Triticum aestivum L. em Thell., en el Uruguay, como lo indica su incidencia, severidad y efecto en los rendimientos.

La especialización del patógeno es muy discutida. Con el objetivo de evaluar la variabilidad patogénica de aislamientos provenientes de Brasil, Chile y Uruguay, se realizaron en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental "La Estanzuela", tres experimentos. Cinco cultivos de S. tritici fueron probados para determinar su variabilidad. El lote de huéspedes diferenciales usados comprendió el cultivar Bulgaria 88, considerado como resistente, Estanzuela Dorado, Trigal 800 y Trigal 909 considerados como moderadamente resistentes; Estanzuela Tarariras y Estanzuela Hornero considerados como intermedios y Buck Namuncura, Estanzuela Sabia, Estanzuela Dakurú y Estanzuela Dolores considerados como muy susceptibles.

La inoculación del lote de diferenciales se realizó al estado de dos hojas, con una concentración de inóculo de 5×10^6 conidios/ml en el primer experimento y de 10^6 conidios/ml en el segundo y tercer experimento. La temperatura del invernáculo se mantuvo a 20 °C, en todos los experimentos. Después de la inoculación, todas las macetas inoculadas con un mismo aislamiento del hongo fueron colocadas en cámara húmeda por espacio de 96 horas.

Las variables evaluadas fueron: período de incubación, período de latencia, porcentaje de área afectada y densidad de picnidios. Los tres experimentos mostraron diferencias altamente significativas entre aislamientos del patógeno y cultivares en período de incubación, porcentaje de área afectada y número de picnidios producidos. La interacción cultivares x aislamientos fue altamente significativa en la mayoría de los casos, evidenciando la existencia de razas del hongo.

Introducción

La mancha de la hoja causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. es una de las enfermedades más importantes del trigo, *Triticum aestivum* L. em Thell., en el Uruguay, como lo indica su incidencia y severidad (Pérez y Díaz, 1980), y su efecto en los rendimientos, evaluado por Boerger (1943), Manzini de Zamuz *et al.* (1970) y Díaz (1976). En condiciones extremas se detectaron disminuciones del rendimiento, entre parcela protegida e inoculada artificialmente, del orden del 64% (Díaz *et al.* 1982). Varios autores citados por Shipton *et al.* (1971), Hampton y

Close (1976); Kuipper (1978); Webster y Cook (1979); Mehta (1976); Eyal y Oded (1974); Eyal (1972); mencionan severas reducciones del rendimiento por efecto de esta enfermedad en distintas partes del mundo.

Las características del clima en Uruguay, impiden en la mayoría de los años, por causa de lluvias frecuentes las siembras de época normal (15 de junio-15 de julio). Por este motivo las siembras son tempranas o tardías, según sean antes o después del período normal, respectivamente. Las siembras tempranas se ven severamente afectadas por la enfermedad y no se cuenta hasta el momento con variedades resistentes a este patógeno, ni suficiente conocimiento sobre heredabilidad de la resistencia, ni sobre la variabilidad del hongo en nuestras condiciones como para comenzar un programa de mejoramiento específico para resistencia.

Muchos autores mencionan fuentes de resistencia, Narváez (1957); Rillo y Caldwell (1966); Shipton (1966); Rosielle (1972); Renfro y Young (1956); Sewell y Caldwell (1960); y Tyagi *et al.* (1969); pero pocos son los que han estudiado además su heredabilidad, Narváez (1957) y Rillo y Caldwell (1966).

Se han logrado trigos con un gen dominante resistente, proveniente de Bulgaria 88, como son Oasis y Sullivan (Patterson *et al.* 1974 y 1978) que le confiere resistencia a campo contra *S. tritici*. Díaz y Tavella (1982) confirmaron la existencia de un gen resistente dominante en Bulgaria 88 para las condiciones de Uruguay.

La variabilidad del patógeno es muy discutida. Varios autores mostraron que *S. tritici* es estrictamente especializado, parasitando exclusivamente al trigo (Hilu y Bever 1957; Venham 1959; Arsenijevic 1965). Mientras que otros sostienen que *S. tritici* es capaz de infestar otros huéspedes (Weber 1922; Bronkenshire, comunicación personal; Prestes 1976; Williams y Gareth Jones 1973). Por su parte Derevyankin (1969) citado por Williams y Gareth Jones (1973) obtuvo leves infecciones en raigrás y *Alopecurus pratensis* con inoculación artificial, pero concluyó que el patógeno es altamente especializado del trigo, capaz de leves infecciones en otros huéspedes bajo condiciones de inoculación artificial.

Morales (1957) y Shaerer (datos no publicados), citados por Shipton (1971) no encontraron especialización fisiológica, pero sí hallaron diferencias en virulencia. Jacob (1968) citado por Eyal (1973) también encontró diferencias en virulencias entre aislamientos. Estos aislamientos, que varían en virulencia pero no interactúan con los distintos huéspedes, son clasificados por Van der Plank (1968) como razas agresivas del patógeno.

La evidencia presentada en el trabajo de Eyal *et al.* (1973) demuestra que los aislamientos de *S. tritici* obtenidos en Israel no se comportan como razas agresivas, pero sí como razas virulentas en la acepción convencional, interactuando diferentemente con sus huéspedes. Sus caracteres parasitarios son estables y se retienen en sucesivos ciclos de reaislamientos y reinoculaciones, así como en sucesivos repiques.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la variabilidad patogénica de los aislamientos logrados, provenientes de Brasil, Chile y Uruguay.

Materiales y métodos

Los tres experimentos se realizaron en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela, departamento de Colonia, Uruguay, durante el año 1982, en el período comprendido entre los meses de mayo y julio.

Cinco cultivos de *S. tritici*, uno proveniente de Brasil, otro de Chile y tres de Uruguay (Cuadro 1), fueron probados para observar la variabilidad patogénica de los mismos. Todas las muestras fueron colectadas en 1980 por el Dr. Terence Brokenshire y el patógeno fue aislado en el mismo año de las muestras recogidas en Uruguay y en 1982 de las muestras recogidas en Brasil y Chile.

Cada cultivo se obtuvo repicando el cirro de esporas del ostiolo de un único picnidio, a cajas de Petri con PDA. Luego se mantuvieron con sucesivos repiques en tubos con PDA, hasta el momento de su multiplicación.

A la colonia en tubo con PDA, con siete días de crecimiento se le adicionó dos ml de agua esteril, se raspó la misma y la suspensión de esporas fue colocada en placas con medio Czack V-8 modificado. Se dejó multiplicar por espacio de cuatro días, a 21 °C en oscuridad.

El lote de huéspedes usados para estudiar la variabilidad patogénica de *S. tritici*, comprendió al cultivar Bulgaria 88, considerado como resistente; Estanzuela Dorado, Trigal 800 y Trigal 909 considerados como moderadamente resistentes; Estanzuela Hornero y Estanzuela Tarariras considerados como intermedios y finalmente Buck Namuncurá, Estanzuela Sabiá, Estanzuela Dakurú y Estanzuela Dolores considerados como muy susceptibles.

La inoculación del lote de diferenciales se realizó al estado de dos hojas. La concentración del inóculo fue de 5×10^5 esporas por ml en el primer experimento y de 10^6 esporas por ml en el segundo y tercer experimento. En el primer experimento se probaron los cultivos No. 8 y 31, en el segundo, los cultivos No. 8, 31 y 40 y en el tercero, los cultivos No. 8, 31, 1 y 3.

La temperatura del invernáculo se mantuvo durante todos los experimentos a 20 °C. Después de la inoculación, todas las macetas inoculadas con un mismo cultivo del hongo fueron colocadas en cámara húmeda por espacio de 96 horas. Luego fueron distribuidas por lotes en distintas bandejas.

El diseño de los experimentos fue de parcelas al azar con cuatro repeticiones.

Las variables evaluadas fueron:

- a) Período de incubación. Número de días hasta que el 50% de las plantas de una maceta presentaron los primeros síntomas.
- b) Período de latencia. Número de días hasta que el 50% de las plantas de una maceta presentaron los primeros picnidios.
- c) Porcentaje del área de la segunda hoja afectada según escala de James (1971).
- d) Número de picnidios por área constantes ($II \times (0,5 \text{ mm})^2$) o según escala de % de área cubierta por picnidio, de Eyal (1976).

Resultados

La información presentada es promedio de los experimentos cuando sus varianzas fueron homogéneas. No se presentó información con los cultivares E. Dolores y Bulgaria 88 porque la semilla tuvo baja germinación.

1) Período de incubación. Es el número de días desde la inoculación hasta la aparición de las primeras manchas en el 50% de las plantas de una maceta.

En los tres experimentos se evidenciaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre aislamientos y entre cultivares, siendo también altamente significativa la interacción de ambas variables (Cuadro 2).

El aislamiento que presentó manchas más rápidamente fue el No. 40 mientras que los aislamientos No. 8 y 3 lo hicieron más tardíamente. Para cada aislamiento la aparición de síntomas dependió del cultivar (Cuadro 3).

2) Período de latencia. Es el número de días desde la inoculación hasta la aparición de picnidios en el 50% de las plantas de una maceta.

Los aislamientos que más rápidamente formaron picnidios fueron los números 31 y 40 mientras que los números 8 y 3 lo hicieron más tardíamente (Cuadro 4). Esta variable no fue estudiada estadísticamente porque fue difícil de evaluar con exactitud, a simple vista la aparición de picnidios.

3) Porcentaje de área de la segunda hoja afectada.

Los tres experimentos presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre aislamientos y cultivares, siendo también altamente significativa la interacción de ambas variables en los experimentos 1 y 3, y significativa ($P < 0,05$) en el experimento 2 (Cuadro 5).

Dos de los experimentos presentaron varianzas homogéneas según el test de Bartlett, por cuya razón, en el Cuadro 6 se presentan los promedios de porcentaje de área afectada de ambos ensayos.

El aislamiento más virulento fue el No. 40, seguido del No. 31. El menos virulento fue el No. 3 e intermedios, los aislamientos No. 8 y 1 (Cuadro 6). El cultivar Estanzuela Hornero fue el más afectado por el aislamiento No. 3 y el menos afectado junto con Estanzuela Dakurú, por el aislamiento No. 31. Trigo 800 fue el menos afectado por el aislamiento No. 3 y el más afectado por el aislamiento No. 31; similar comportamiento tuvo Trigo 909. Buck Namuncura fue el más afectado por el aislamiento No. 8 y netamente intermedio para el aislamiento No. 3. Estanzuela Sabia supera significativamente en área afectada a Estanzuela Dakurú frente a los aislamientos No. 31, 40 y 1 y aparece con similar infección frente a los aislamientos No. 8 y 3. Estanzuela Tarariras se presenta como intermedio para los aislamientos No. 8, 31 y 3 como más afectado por los aislamientos No. 40 y 1. Estanzuela Dorado se presenta como de los más afectados por los aislamientos No. 40, 31 y 1 e intermedio frente a los aislamientos No. 8 y 3.

4) Número de picnidios por área constante.

Fue determinado contado el número de picnidios en un área constante por hoja II x (0,5 mm)², bajo lupa estereoscópica.

Los tres experimentos presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre aislamientos y cultivares mientras que la interacción fue altamente significativa ($P < 0,01$) en el experimento 1 y 2 y significativa ($P < 0,05$) en el experimento 3 (Cuadro 7). El cultivo No. 31 fue el más virulento en los dos experimentos que estuvo presente, mientras que el cultivo No. 8 fue el menos virulento junto con el cultivo No. 3 (Cuadro 8). Los resultados evidencian una relación directa entre área afectada y número de picnidios.

En resumen los tres experimentos presentaron diferencias altamente significativas entre aislamientos para las tres variables analizadas estadísticamente. Los aislamientos No. 31 y 40 resultaron los más virulentos, presentando manchas y picnidios más rápidamente y promedio de infección y número de picnidios más alto, mientras que los aislamientos No. 8 y 3 presentaron manchas y picnidios más tardíamente y el promedio de infección y número de picnidios más bajo. El aislamiento No. 1 se comportó como intermedio.

El cultivar Estanzuela Hornero presentó rápidamente manchas y picnidios, mayor porcentaje de área afectada y mayor número de picnidios frente al aislamiento No. 3. Por el contrario presentó rápidamente manchas y picnidios, pero menor porcentaje de área afectada y menor número de picnidios frente al aislamiento No. 31. El cultivar Trigo 800 presentó frente al aislamiento No. 31 un retraso en la aparición de manchas, una demora intermedia en la aparición de picnidios, mayor porcentaje de área afectada y mayor número de picnidios. Sin embargo, frente al cultivo No. 3 tardó en producir manchas y picnidios, pero el área afectada fue la menor y también fue menor el número de picnidios.

Discusión

Septoria tritici es una de las enfermedades más importantes del trigo en el Uruguay en siembras tempranas y el mejoramiento por resistencia es la medida de control más promisorio (Eyal, 1973). La existencia de distintos biotipos del hongo, con diferencias en virulencia, hacen más difícil la tarea de mejoramiento, debido a la posibilidad de aparición de nuevas razas que quiebren la resistencia de algunos cultivares. Varios autores fallaron en encontrar especialización fisiológica (Morales 1957) y Shearer (datos no publicados), citados por Shipton (1971) y Jacob (1968). La evidencia presentada en este trabajo concuerda con la presentada por Eyal *et al.* (1973), en lo referente a que los diferentes aislamientos se comportan como razas virulentas, interactuando diferentemente con sus huéspedes, los caracteres parasitarios del patógeno son estables y se mantienen en sucesivos ciclos de reaislamientos y reinoculaciones, así como en sucesivos repiques.

Conclusiones

1. Los diferentes cultivos de *Septoria tritici* presentaron diferencias en virulencia.
2. La existencia de interacción aislamiento por cultivar en período de incubación, período de latencia, área afectada y número de picnidio/II x (0,05 mm)², evidencian la existencia de razas virulentas.

Bibliografía

- ARSENIJEVIC, M. 1965. *Septoria tritici* Rob. ex Desm. as a wheat parasite in the S.R. Serbia. Belgrado, Institute ze Zestitu Dilja Sr. Srbija. 70p.
- BOERGER, A. 1943. Investigaciones agronómicas. Montevideo, Barreiro y Ramos. V.2, pp.243-301.
- DIAZ, M. y TAVELLA, C. 1982. Herencia a la resistencia a *Septoria tritici*. Investigaciones agronómicas 3 (1):45-47.
- . 1976. Evaluación de variedades y líneas de trigo por resistencia y tolerancia a la mancha de la hoja, causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 99p.
- DIAZ ROSELLO, R. et al. 1982. Reseña de la producción e investigación del trigo en el Uruguay. La Estanzuela, Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea No 44. 13p.
- EYAL, Z. Effect of septoria leaf blotch on the yield of spring wheat in Israel. Plant Disease Reporter 56 (11):983-986.
- AMIRI, Z. y WAHL, I. 1973. Physiologic specialization of *Septoria tritici*. Phytopathology 63(9):1087-1092.
- y BROWN, M. 1976. A quantitative method for estimating density of *Septoria tritici* picnidia on wheat leaves. Phytopathology 66 (1):11-14.
- y ODED, Z. 1974. The relationship between epidemics of *Septoria* leaf blotch and yield losses in spring wheat. Phytopathology 64 (11): 1385-1389.
- HAMPTON, J.G. y CLOSE, R.C. 1976. Effect of *Septoria* leaf spot in spring wheat. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 4:89-92.
- HILU, H.N. y BEVER, M. 1957. Inoculation, over summering and suscept-pathogen relationship of *Septoria tritici* on *Triticum* species. Phytopathology 47 (8):474-480.
- JAMES, C. 1971. An illustrated series of assessment keys for plant diseases, their preparation and usage. Canadian Plant Diseases Survey. 51 (2):39-52.
- KUIPPER, J. 1978. Assessment of losses in wheat caused by *Septoria tritici* in New South Wales. Wagga Wagga, Australia, Agricultural Research Institute.

MANZINI de ZAMUZ, E., RAVA, C. y Lopez, A. 1970. Incidencia de *Septoria tritici* Rob. en 8 variedades de trigo cultivado en Uruguay. La Estanzuela, 5:5-8.

MEHTA, Y.R. 1976. Assessment of losses caused by *Septoria tritici*. In Proceedings of the Septoria Disease wheat workshop. USA. Georgia Agricultural Experiment Station. Special publication No. 4. 69p.

NARVAEZ, I. 1957. Studies on *Septoria* leaf blotch of wheat. Ph.D. Thesis. Purdue University. West Lafayette, Indiana. 101 p.

PATTERSON, F.L. *et al.* 1974. Oasis soft winter wheat, resistant to leaf blotch. West Lafayette, Indiana. Purdue University Agricultural Experiment Station. Station Bulletin No. 40. 5p.

——— *et al.* 1978. Sullivan soft red winter wheat. West Lafayette, Indiana. Purdue University Agricultural Experiment Station. Station Bulletin No. 196. 5 p.

PEREA, C. y DIAZ de ACKERMANN, M. 1980. Enfermedades del trigo. La Estanzuela, Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea No. 20. 16p.

PLANK, J.E. VAN DER. 1968. Disease resistance in plants. New York, Academic Press. 206 p.

PRESTES MORAES, A. 1976. *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Host relationship, varietal response, and influence on the development of wheat roots. Ph.D. Thesis. Washington, Washington State University. 85 p.

RENFRO, B.L. y YOUNG, H.C. 1956. Techniques for studying varietal response to *Septoria* leaf blotch of wheat. *Phytopathology* 46 (1):23 (Abstracts).

RILLO, A.O. y CALDWELL, R. M. 1966. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* in *Triticum aestivum* subsp. *vulgare* "Bulgaria 88". *Phytopathology* 56 (8):897 (Abstracts).

ROSIELLE, A.A. 1972. Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*. *Euphytica* 21 (1):152-162.

SEWELL, D. y CALDWELL, R.M. 1960. Use of benzimidazole and excised wheat seedling leaves in testing resistance to *Septoria tritici*. *Phytopathology* 50 (8): 654 (Abstract).

SHIPTON, W.A. *et al.* 1971. The common septoria diseases of wheat. *Botanical Review*. 37:231-262.

———. 1966. *Septoria* leaf spot and glume blotch of wheat. *Journal of Agriculture. Western Australia*. 7:160-163.

TYAGI, P.D., Joshi, L.M. y RENFRO, B.L. 1969. Reaction of wheat varieties to *Septoria tritici* and report of an epidemic in northwestern Punjab. *Indian Phytopathology* 22:175-178.

WENHAM, H.T. 1959. Studies on *Septoria* leaf blotch disease of wheat (*Triticum aestivum* L.) caused by *Septoria tritici* Desm. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 2 (2):208-213.

WEBER, G.F. 1922. Speckled leaf blotch of wheat. *Phytopathology* 12 (12):558-585.

WEBSTER, J.P.G. y COOK, R.J. 1979. Judgment probabilities for the assessment of yield response to fungicide application against *Septoria* on winter wheat. *Annals of Applied Biology*. 92:39-48.

WILLIAMS, J y GARETH JONES, D. 1973. Infection of grasses by *Septoria nodorum* and *Septoria tritici*. *Transaction of the British Mycolotical Society*. 60 (2):355-358.

Abstract

Leaf blotch caused by Septoria tritici Rob. ex Desm. is one of the most important wheat (Triticum aestivum L. em Thell.) diseases in Uruguay, as evidenced by its incidence, severity, and effect on yields.

Pathogen specialization is very controversial. With the purpose of assessing pathogenic variability of isolates from Brazil, Chile, and Uruguay, three experiments were conducted at the "Alberto Boerger" Agricultural Research Center, La Estanzuela Experiment Station. Five cultures of S. tritici were tested to determine their variability. Differential hosts included cultivar Bulgaria 88, considered to be resistant, Estanzuela Dorado, Trigo 800, and Trigo 909, considered moderately resistant; Estanzuela Tarariras and Estanzuela Hornero, considered intermediate; and Buck Namuncura, Estanzuela Sabia, Estanzuela Dakurú, and Estanzuela Dolores, considered highly susceptible.

Artificial inoculation of the lot of differential lines was conducted at the two-leaf stage, using a concentration of 5×10^5 conidia/ml in the first experiment and 10^6 conidia/ml in the second and third experiments. Greenhouse temperature was maintained at 20 °C for all experiments. After inoculation, all pots inoculated with the same fungal isolate were placed in a moisture chamber for 96 hours.

Variables tested were: incubation period, latency period, percent infected area, and pycnidial density. The three experiments showed highly significant differences between isolates of the pathogen and cultivars for incubation period, percent infected area, and number of pycnidia produced. The cultivar x isolate interaction was highly significant in most cases, which indicated the existence of several races of the fungus.

CUADRO 1. Origen de los cultivos de *Septoria tritici*.

Numero	Variedad	País	Año de colecta	Año del aislamiento
1	s/d	Brasil	1980	1982
3	Capelle Deprez	Chile	1980	1982
8	s/d	Uruguay (Dolores)	1980	1980
31	LAC 371	Uruguay (Estanzuela)	1980	1980
40	Moncho "S"	Uruguay (Estanzuela)	1980	1980

s/d= sin información

CUADRO 2. Análisis de varianza en tres experimentos, de número de días desde la inoculación hasta la aparición de primeras manchas.

Fuente de variación	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3	
	GL	FO	GL	FO	GL	FO
Cultivar	7	18,97**	7	35,38**	7	12,30**
Aislamiento	1	13,71**	1	18,15**	3	127,98**
Aislamiento x Cultivar	7	6,36**	7	15,51**	21	5,70**
Error	48	0,04	48	0,04	64	0,0135

** P < 0,01

CUADRO 3. Número de días desde la inoculación hasta la aparición de las primeras manchas en los diferentes aislamientos del hongo.

Cultivar	Aislamiento	No. 8	No. 31	No. 40	No. 1	No. 3	Media
	Estanzuela Sabia	14,00	14,00	11,75	13,00	14,25	13,40
	Estanzuela Dakuru	12,65	14,00	11,00	13,00	15,50	13,23
	Buck Namuncura	13,87	15,00	11,00	15,00	15,00	13,97
	Estanzuela Tarariras	12,35	15,00	11,75	15,00	15,00	13,82
	Estanzuela Hornero	15,37	13,00	14,00	17,00	13,00	14,74
	Trigal 800	22,75	17,00	14,50	15,50	16,25	17,20
	Trigal 909	21,12	16,00	15,50	15,00	16,50	16,82
	Estanzuela Dorado	12,37	13,00	14,00	15,00	16,00	14,07
\bar{x}		15,56	14,62	12,93	14,81	15,18	

CUADRO 4. Número de días desde la inoculación hasta la aparición de picnidios, en los diferentes aislamientos del hongo.

Cultivar	Aislamiento	8	31	40	1	3	Media
	Estanzuela Sabia	25,00	15,00	19,50	20,50	25,00	21,00
	Estanzuela Dakurú	21,00	15,00	14,00	17,00	21,50	17,70
	Buck Namuncura	21,00	15,00	14,00	18,00	23,00	18,20
	Estanz. Tarariras	22,50	20,00	0 --	18,50	25,00	21,50
	Estanz. Hornero	23,00	17,00	19,00	20,50	15,50	19,00
	Trigal 800	21,00	16,00	19,00	20,00	23,00	19,80
	Trigal 909	22,00	15,50	19,50	19,50	19,50	19,20
	Estanz. Dorado	25,50	15,50	20,50	18,50	22,00	20,40
\bar{x}		23,00	16,00	18,00	19,00	22,0	

CUADRO 5. Análisis de varianza en tres experimentos, del porcentaje de infección en la segunda hoja.

Fuente de variación	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3	
	GL	FO	GL	FO	GL	FO
Cultivar	7	3,24**	7	16,03**	7	5,48**
Aislamiento	1	398,04**	1	25,60**	3	50,58**
Cult. x Aisl.	7	5,78**	7	2,20*	21	2,59**
Error	48		48		64	

* P < 0,05 **P < 0,01

CUADRO 6. Porcentaje de área promedio, de la segunda hoja afectada.

Cultivar	Aislamiento	8	31	40	1	3	Media
Estanzuela Sabia		20,73	60,98	82,25	29,12	18,40	42,30
Estanzuela Dakurú		15,63	33,01	48,46	14,79	16,46	25,67
Buck Namuncura		31,16	50,67	71,00	29,25	15,52	39,52
Estanzuela Tarariras	19,94		49,55	71,12	30,1	16,88	37,52
Estanzuela Hornero	19,08		37,81	47,37	18,87	31,42	30,91
Trigal 800	16,03		65,12	24,96	14,80	5,91	25,36
Trigal 909	18,29		50,02	25,03	20,63	10,10	24,81
Estanzuela Dorado	21,29		61,62	73,00	31,12	15,02	40,41
\bar{x}		20,26	45,42	55,40	23,58	16,21	

CUADRO 7. Análisis de varianza en tres experimentos del número de picnidios II x (0,5 mm)².

Fuente de variación	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3	
	GL	Fo	GL	Fo	GL	Fo
Cultivar	7	7,52**	7	15,49**	7	5,64**
Aislamiento	1	158,69**	1	40,80**	3	43,33**
Cult. x Aisl.	7	7,03**	7	17,04**	21	2,00*
Error	48		48		64	

* P < 0,05 **P < 0,01

CUADRO 8. Número de picnidios por área constante.

Cultivar	Experimento 1		Experimento 2		Experimento 3		
	8	31	8	40	31	1	3
Estanzuela Sabia	0	10,81	10,75	18,37	11,83	18,75	17,0
Estanzuela Dakuru	4,25	11,44	11,62	22,33	9,50	13,13	11,63
Buck Namuncura	7,25	11,12	14,12	19,28	19,83	19,38	16,50
Est. Tarariras	0	9,44	7,5	3,75	22,67	24,50	13,69
Est. Hornero	2,37	8,94	15,0	19,62	17,37	22,50	23,75
Trigal 800	5,31	13,75	0	15,83	20,50	25,13	9,75
Trigal 909	1,18	11,94	10,87	12,00	17,33	28,63	11,63
Est. Dorado	4,62	10,87	13,12	15,75	17,17	30,75	14,25
\bar{x}	3,12	11,03	10,37	15,12	17,02	25,19	14,78

ESTUDIOS SOBRE LA VIRULENCIA DE *SEPTORIA TRITICI* EN TODO EL MUNDO

G.H.J. Kema y C.H. van Silfhout
Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas (IPO),
Wageningen, Países Bajos

P.F. Arama
Estación de Fitomejoramiento, Njoro, Kenya

Resumen

Este estudio forma parte de un trabajo conjunto del Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas (IPO), el CIMMYT y la Universidad de Tel Aviv. Sus principales objetivos son:

- 1. Selección para la resistencia en trigos de invierno.*
- 2. Selección para la resistencia en *Triticum dicoccoides*.*
- 3. Encuesta de la virulencia.*

Este último punto es parte de la encuesta de las enfermedades de los cereales que el CIMMYT lleva a cabo a nivel mundial.

Se han recibido aislamientos de muestras de varios países en Africa, el Medio Oriente y América del Sur. Antes de la inoculación todos los cultivos monopicnidiales se multiplican agitándolos en matraces; la concentración se mide mediante la fotospectrometría y se ajusta a 5×10^6 esporas/ml. Después de inoculadas, las plantas se cubren con plástico y se incuban durante 48 h a 22 °C. A continuación se dejan en una cámara de crecimiento 21 días. Pasado ese periodo, la cobertura picnidial y el porcentaje necrosado de las hojas primarias son evaluados.

*Las variedades que se usan forman parte de un conjunto diferencial formado y brindado por el Dr. Zahir Eyal de la Universidad de Tel Aviv. Con el fin de comprender mejor el sistema *Septoria tritici*-*Triticum aestivum*, se solicita que se envíen al IPO numerosos aislamientos (dirección postal: Binnenhaven 12, 6700 G.W., Wageningen, Netherlands). Los datos no confirman la opinión general de que los aislamientos de *Triticum durum* no son virulentos en *T. aestivum* y viceversa. Se ha demostrado que existen grandes diferencias entre los aislamientos entre y dentro de los países. Más aún, se ha observado una interacción diferencial que fundamenta el concepto de la especialización fisiológica. Esto constituye un aviso de que se debe evitar la resistencia de herencia simple porque el hongo puede superarla fácilmente.*

Introducción

El aumento del tizón foliar del trigo causado por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. (forma sexual: *Mycosphaerella graminicola*) en las regiones donde se cultiva el cereal ha representado una gran preocupación para agricultores, fitomejoradores y patólogos. En su examen de las enfermedades causadas por

Septoria, Shipton *et al.* (1971) señalaron pérdidas variables del rendimiento (de hasta el 70%) provocadas por infección natural. En experimentos sobre las pérdidas de rendimiento, las parcelas inoculadas artificialmente mostraron pérdidas de hasta el 40% y disminuciones considerables del peso de 1000 granos, que dieron como resultado un grano no apto para la molienda (Eyal y Ziv, 1974). Se ha estimado que las pérdidas provocadas por *S. tritici* y *S. nodorum* en todo el mundo suman nueve millones de toneladas métricas (Scharen y Sanderson, 1985). El impacto en la producción de trigo, especialmente en zonas propensas a sufrir epifitias de septoriosis, ha intensificado la atención prestada a ambas enfermedades en los programas fitotécnicos nacionales e internacionales (Mann *et al.*, 1985; Eyal *et al.*, 1973). Se han reportado varias fuentes de resistencia (Rosielle, 1972).

Si bien el trabajo de mejoramiento ha dado como resultado crecientes grados de resistencia (Mann *et al.*, 1985), algunas variedades de trigo resistentes en una parte del mundo han mostrado susceptibilidad en otros lugares. Se han descrito diferencias de la virulencia incluso dentro de un mismo país (Eyal *et al.*, 1983; Yechilevich-Auster *et al.*, 1983). Esto estimuló los estudios sobre la posible especialización fisiológica de *Septoria tritici* (Eyal *et al.*, 1973, 1985). Se determinó que existía una interacción diferencial entre aislamientos israelíes de *Septoria tritici* y las especies *Triticum*. Posteriormente, en estudios más extensos se confirmó la hipótesis de la especialización fisiológica de este hongo. Díaz (1983) observó interacciones significativas entre aislamientos y variedades de Uruguay, que indicaban la existencia de verdaderas razas del hongo. No obstante, los resultados obtenidos por Eyal *et al.* (1973) y Yechilevich-Auster *et al.* (1983) no concuerdan con los señalados por van Ginkel (1986). Si bien existía variación entre los aislamientos en cuanto al grado de enfermedad inicial, los aislamientos causaron efectos similares sobre todas las variedades. Esto indica que éstos poseen distintos grados de agresividad, y no que la interacción diferencial sea la causa de la variación observada entre ellos. Además, los datos obtenidos permiten suponer que existe una especialización para la especie huésped, más que una especialización para la variedad.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares obtenidos en un proyecto en cooperación entre el IPO, la Universidad de Tel Aviv y el CIMMYT, que se concentra fundamentalmente en un examen de la virulencia de *Septoria tritici* a nivel mundial.

Materiales y métodos

Hasta el momento, se han recibido 104 muestras enviadas por colaboradores de todo el mundo. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos con 17 aislamientos de distinto origen (Cuadro 1). En un medio de agar, malta y levadura complementado con un antibiótico apropiado, se obtuvieron aislamientos monoplicidiales a partir de las muestras originales. Se preparó el inóculo transfiriendo una asa del cultivo de conidios rosados y viscosos de *Septoria tritici* a un medio líquido de glucosa y levadura, el cual se agitó durante siete días a una temperatura de 15 °C. Las suspensiones de esporas, preparadas después de eliminar el medio mediante el centrifugado y la dilución del gránulo en agua, fueron ajustadas para obtener una concentración de 1×10^7 esporas/ml después de determinar la concentración de esporas con un espectrofotómetro. Se inocularon las plántulas de 10 días

de edad (Cuadro 2) de un conjunto diferencial preliminar reunido por el Dr. Z. Eyal, rociando con un atomizador una suspensión de esporas complementada con Tween 20, hasta el punto de escurrimiento. Se incubaron las plántulas en una bandeja con cubierta de plástico durante 48 horas a 22 °C en una cámara climatizada, donde se las conservó después de retirar la tapa (condiciones: d/n, 22 °C/21 °C, HR = 80-85%). Veintiún días después de la inoculación se efectuaron estimaciones de la infección en términos de la cobertura picnidial (%) y de la superficie foliar verde (%). Se realizaron dos repeticiones de los experimentos.

Resultados y discusión

En el Cuadro 3 se muestran los resultados que se obtuvieron con los aislamientos mencionados en el Cuadro 1. Es evidente que existen grandes diferencias en la virulencia en los distintos países. Los aislamientos holandeses son muy poco virulentos. Las pruebas preliminares con variedades holandesas mostraron un cuadro completamente diferente y la cobertura picnidial aumentó hasta el 30%, por ejemplo en 'Obelisk'. Se observa la variación interregional al comparar, por ejemplo, los aislamientos argentinos y los holandeses. Los primeros se cuentan entre los aislamientos más virulentos de que disponemos hasta el momento.

Además, se puede también determinar la variación entre lugares, por ejemplo, las diferencias entre los aislamientos turcos. Un ejemplo notable de variación dentro de un mismo lugar fue el de los aislamientos argentinos 86067 y 86068, este último virulento en la variedad Bobwhite. Lo mismo sucede con los aislamientos 86075 y 86079, que son por completo diferentes y probablemente expresan la especialización para la especie del huésped, como mencionó van Ginkel (1986), ya que sólo son compatibles con variedades de *T. durum* y *T. aestivum*, respectivamente. Sin embargo, los aislamientos 86023 y 87014 de *T. aestivum*, el primero turco y el segundo etíope, mostraron incompatibilidad tanto con *T. aestivum* como con *T. durum*. En otras investigaciones se podrá determinar si esto obedece a la adaptación de la población de *S. tritici* en esos países, donde la superficie cultivada con *T. durum* es relativamente grande en comparación con la destinada a *T. aestivum*.

Los datos también revelan interesantes características de las variedades. Eyal *et al.* (1985) señalaron que Kavkaz K-4500 era una de las variedades más resistentes y esto concuerda con nuestros datos. Sin embargo, observamos una considerable cobertura picnidial en la variedad Kavkaz. Las variedades Lakhish, Taichung 29 y Gerek 79 son las variedades más sensibles en el conjunto diferencial. En este sentido, son notables los escasos porcentajes de cobertura obtenidos con el aislamiento 86011 en las variedades 'Shafir' y 'Taichung 29'.

Otras características interesantes son las numerosas interacciones entre el aislamiento y la variedad que se pueden determinar en la matriz del Cuadro 3. Si bien hay muchas interacciones débiles, según las observaciones de Zadoks y Schein (1979), la interacción entre las variedades Bethlehem y Bobwhite y los aislamientos de *T. aestivum* 86006 y 86068, respectivamente, es un ejemplo de interacción diferencial vigorosa. Se ha efectuado el análisis de la variación en estos datos, que mostró una interacción entre la variedad y

el aislamiento muy significativa. No obstante, la contribución de este elemento a la variación total fue relativamente pequeña. Los limitados resultados obtenidos hasta ahora indican que existen diferencias entre las poblaciones de *Septoria tritici* de distintos países. También se llegó a esta conclusión en el estudio más extenso realizado por Eyal *et al.* (1985). Continuaremos nuestro estudio para aumentar los conocimientos sobre la variabilidad de *Septoria tritici* a nivel mundial. El muestreo confiable e intensivo y el establecimiento de una relación de cooperación son esenciales para ese fin. La información obtenida permitirá una selección mejor del germoplasma y perfeccionará el aprovechamiento de las fuentes existentes de resistencia.

Agradecimiento

Expresamos nuestra gratitud a todos los colaboradores de muchos países, quienes amablemente nos proporcionaron muestras.

Bibliografía

- Díaz, M. 1986. Variabilidad patogénica de *Septoria tritici* Rob. ex Desm. Investigaciones agronómicas (4): 46-50.
- Eyal, Z., Z. Amiri e I. Wahl. 1973. Physiologic specialization of *Septoria tritici*. Phytopathology 63 (9): 1087-1091.
- Eyal, Z. y O. Ziv. 1974. The relationship between epidemics of *Septoria* leaf blotch and yield losses in spring wheat. Phytopathology 64: 1385-1389.
- Eyal, Z., A.L. Scharen y J.M. Prescott. 1985. Global insight into the virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. Phytopathology 75: 1456-1462.
- Ginkel, M. van. 1986. Inheritance of resistance in wheat to *Septoria tritici*. Tesis de doctorado. Montana State University. 102 pp.
- Mann, C.E., S. Rajaram y R.L. Villareal. 1985. Progress in breeding for *Septoria tritici* resistance in semidwarf spring wheat at CIMMYT. In: *Septoria of Cereals: Proceedings of the Workshop*. A.L. Scharen, ed. Bozeman, Montana, 2-4 August, 1983. Montana State University. 116 pp.
- Rosielle, A.A. 1972. Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*. Euphytica 21 (1): 152-161.
- Scharen A.L. y F.R. Sanderson. 1985. Identification, distribution and nomenclature of the *Septoria* species that attack cereals. In: *Septoria of Cereals: Proceedings of the Workshop*. A.L. Scharen, ed. Bozeman, Montana, 2-4 August, 1983. Montana State University. 116 pp.
- Shipton, W.A., W.R. J. Boyd, A.A. Rosielle y B.I. Shearer. 1971. The common *Septoria* diseases of wheat. Bot. Rev. 37 (2): 231-262.

Yechilevich-Auster, M., E. Levi y Z. Eyal. 1983. Assessment of interactions between cultivated and wild wheats and *Septoria tritici*. *Phytopatology* 73 (7): 1077-1083.

Zadoks, J.C. y R.D. Schein. 1979. *Epidemiology and plant disease management*. Nueva York: Oxford University Press. 427 pp.

Abstract

This study is part of a larger cooperation between the Research Institute of Plant Protection (IPO), CIMMYT and Tel Aviv University. Its main objectives are:

- 1. Screening for resistance in winter wheats.*
- 2. Screening for resistance in *Triticum dicoccoides*.*
- 3. Survey of virulence.*

The last point is part of CIMMYT's world wide survey of cereal diseases.

Isolates from samples have been received from several countries from Africa, Middle East, and South America. Before inoculation all these monopycnidial-cultures are multiplied in shaking flasks and the concentration is measured using photospectrometry and adjusted to 5×10^6 spores/ml. After inoculation the plants are covered with plastic and incubated for 48 h at 22°C. After incubation they are left in the same growth chamber for 21 days. Then the primary leaves are assessed for pycnidial coverage and percentage of necrosis.

*The varieties used are part of a differential set established and provided by Dr. Zahir Eyal of Tel Aviv University. Because of the need for understanding the *Septoria tritici*-*Triticum aestivum* system it is necessary that many isolates be sent to IPO (address: Binnenhaven 12, 6700 G.W., Wageningen, Netherlands). The data do not confirm the general statement of lack of virulence of *Triticum durum* isolates on *T. aestivum* and vice versa. It has been shown that there are big differences between isolates within and between countries. Furthermore, true differential interaction has been detected supporting the concept of physiologic specialization. This should be a warning to avoid simple inherited resistance which might be easily overcome by the fungus.*

CUADRO 1. Origen de 17 aislamientos de *Septoria tritici*.

Aislamto.	País	Lugar	Variedad de trigo
86067	Argentina	Balcarce	Klein Criollo
86068	Argentina	Balcarce	San Agustín INTA
86075	Argentina	Tres Arroyos	Durum CM 14473
86079	Argentina	Tres Arroyos	Buck Cencerro
87014	Etiopía	Holetta	Dashen
86036	Israel	Tel Aviv	Aislamiento testigo
255	Países Bajos	de Schreef	Lely
259	Países Bajos	de Schreef	Adamant
281	Países Bajos	Ebelsheerd	Lely
87006	Países Bajos	Lienden	Clement
87004	Perú	Andenes	Eru
87005	Siria	Latthakia	?
86006	Turquía	Menemen	?
86007	Turquía	Kaklig	?
86011	Turquía	Adana	?
86022	Turquía	Altinova	Cakmak
86023	Turquía	Altinova	Gerek 79

CUADRO 2. Origen de las variedades de trigo incluidas en el conjunto diferencial preliminar.

<u>Trigos harineros de primavera</u>	<u>País</u>
Bethlehem	Israel
Bobwhite 'S'	México
Colotana	Brasil
Ceeon	Israel
Gerek ¹	Turquía
KVZ-K4500.L.A.4	México
Lakhish	Israel
Shafir	Israel
Taichung 29 ¹	Japón
Titán	Argentina
<u>Trigos harineros de invierno</u>	
JCR 979	Chile
Kavkaz	URSS
<u>Trigos duros</u>	
Cakmak ¹	Turquía
Inbar	Israel
Volcani 447	Israel

¹ Incluida por el IPO.

CUADRO 3. Reacciones (medidas según el porcentaje de cobertura por picnidios) de las variedades del conjunto diferencial preliminar, con 17 aislamientos de *Septoria tritici*.

Variedad	Aislamiento																	
	86067	86068	86075	86079	87014	86036	255	259	281	87006	87004	87005	86006	86007	86011	86022	86023	
<i>T. durum</i>																		
Inbar	44	0	44	0	0	0	0	0	0	1	? ¹	0	0	0	?	?	?	
Volcani	477	42	0	0	.2	.3	.2	.5	0	20	18	0	0	0	0	0	0	
Cakmak	20	0	2	0	0	0	3	0	0	2	?	0	0	0	?	?	?	
<i>T. aestivum</i>																		
Shafir	0	42	0	53	74	67	64	68	2	33	33	28	41	0	2	0	0	
Kavkaz																		
K04500	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	?	0	0	0	?	0	0	
Kavkaz	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	
Bobwhite	0	0	0	5	45	2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
JCR979	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	?	0	0	0	?	?	?	
Bethlehem	0	63	0	.2	2.2	.2	20	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Ceeon	0	52	0	25	50	52	41	52	7	23	1	21	28	2	1	0	0	
Colotana	0	0	0	0	.3	0	0	.2	0	8	11	.7	0	0	1	0	0	
Titán	0	3	0	10	26	10	2	21	0	5	3	1	0	0	0	0	0	
Lakhish	0	80	0	55	62	74	46	55	39	33	?	59	51	0	?	79	0	
Gerek 79	0	60	0	59	76	69	68	50	48	57	30	70	4	29	4	1	1	
Taichung 29	0	52	0	75	87	78	53	44	1	52	23	71	58	0	4	10	0	

1 ? = No se tiene la cifra.

COMPORTAMIENTO DEL FILTRADO DE *MYCOSPHAERELLA GRAMINICOLA* (ANAMORFO *SEPTORIA TRITICI*)

C.A. Cordo

Universidad Nacional La Plata, Buenos Aires, Argentina

L.R. Marechal

Instituto de Investigaciones Bioquímicas
"Fundación Campomar"

F.J. Babinec

Universidad Nacional Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina

Resumen

*El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del filtrado de *Mycosphaerella graminicola* sobre hojas de trigo y sus posibles aplicaciones como método de selección para la resistencia.*

Se utilizó medio líquido para cultivar el hongo. El filtrado del cultivo se purificó en parte y se efectuaron dos bioensayos con el fin de reproducir las lesiones en hojas de trigo. Fueron determinadas varias características físicas del filtrado. El estudio histológico se realizó comparando la acción del inóculo y del filtrado a nivel celular. El filtrado produce lesiones en las hojas cuando es aplicado por inyección y por topicación; su efecto es sobre la pared celular. Se efectuó una serie de ensayos para detectar la actividad de las enzimas hidrolíticas (pectolíticas y celulolíticas), su producción por el patógeno y su efecto sobre la pared celular. Se midió la actividad enzimática considerando el porcentaje de la viscosidad de la mezcla de reacción y la detección de grupos reductores libres como productos de la reacción. Se determinaron el carácter constitutivo de las enzimas celulolíticas y el adaptativo de las enzimas pectolíticas.

*La acción patogénica de cuatro cepas de *M. graminicola* se correlacionó con la acción tóxica del filtrado de las cepas en tres variedades de trigo. Se inoculó la cuarta hoja de cada variedad y el filtrado se aplicó a las hojas usando cubos de poliuretano sobresaturados. El efecto del inóculo se midió mediante el porcentaje de la cobertura picnidial. El efecto del filtrado se estableció usando una escala para clasificar los daños. El análisis estadístico mostró que la inoculación y la topicación no estaban correlacionadas ($r = 0,192$).*

Se estableció la relación entre la patogenicidad de la cepa y la agresividad del filtrado. Buck Naposta fue la variedad más sensible al filtrado del hongo.

Se puede concluir que el filtrado fúngico con enzimas celulolíticas no debe utilizarse para seleccionar variedades resistentes.

Introducción

La mancha de la hoja del trigo (*Triticum aestivum* L.) causada por *Septoria tritici* Rob. ex Desm. produce necrosis en las partes aéreas de la planta (Weber, 1922) ocasionando pérdidas considerables en casos de epifitias severas (Eyal, 1976).

Como en otras enfermedades, el método de control más eficiente es la selección de cultivares resistentes mediante infecciones naturales o inoculaciones artificiales. En algunos casos se han empleado las toxinas producidas por los patógenos respectivos, en lugar del inóculo, tanto para la búsqueda de fuentes de resistencia, como por ejemplo en caña de azúcar contra *Helminthosporium sacchari* (Steiner y Byter, 1971) o en maíz contra *H. carbonum* (Hoffman y Zcheile Jr. 1972), como también para detectar la sensibilidad del hospedante al patógeno, como en el caso de avena frente a *H. victoriae* (Luke y Wheeler 1955); de sorgo frente a *Periconia circinata* (Scheffer y Pringle 1961); de cebada a *H. sativum* (Gayed 1961) o álamo a *Ceratocystis ulmi* (Salemink et al. 1965).

El conocimiento sobre la toxina de *S. tritici* es limitado. Malcom (1978) creyó mostrar un glucopéptido específico, con actividad enzimática celulolítica. Desde entonces no se ha publicado nada más al respecto.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el posible empleo del filtrado de *M. graminicola* en la selección de genotipos resistentes. Para ello 1) se analizó la actividad enzimática; 2) se investigaron posibles técnicas de aplicación, y 3) se compararon los efectos del filtrado de cultivo frente a los resultados obtenidos con inoculaciones artificiales.

Materiales y métodos

Los filtrados empleados en este trabajo se obtuvieron por crecimiento de las distintas cepas empleadas (38388 C.D., LH3, LH4, LH5) en medio Fries No 3 con extracto de levadura al 0,3% (Bousquet y Sckajenicov 1984). El medio de cultivo con crecimiento fúngico se filtró a través de tela, se centrifugó a 12 000 ppm durante 15 minutos y se liofilizó. Se redisolvió en agua destilada en un volumen 18-20 veces menor que el original y se desalinizó con una columna de Bio Gel P6, Bio Rad Laboratorios (50-100 mesh) equilibrada y diluida con agua; la velocidad de flujo fue de 10 ml/min. Se midió el contenido de azúcares (test fenol - sulfúrico) y de proteínas por lectura de absorbancia a 235 nm y con el reactivo de Bradford (1976).

Se probaron dos bioensayos foliares:

- 1) Inyección del filtrado purificado en hoja joven (Steiner y Byther 1971).
- 2) Topicación del filtrado purificado en hoja joven (adaptado de Hoffman y Zcheile Jr 1973).

Este estudio se complementó con un análisis histológico para determinar el daño ocasionado por el filtrado sobre los tejidos (y con reacciones comparadas entre filtrado y enzimas celulolíticas de origen animal -jugo de hepatopáncreas de caracol-). Parte de la composición química del filtrado se indujo a partir de los resultados de estudios anteriores y se comprobó

experimentalmente mediante reacciones específicas para detectar celulasas, poligalacturonasas (Bateman 1963) y pectin-pectato-liasas (Bashan, Okony y Henisy 1985).

La *actividad enzimática* se detectó considerando el porcentaje de reducción de la viscosidad de la mezcla de reacción (Desphande 1960) e incrementó en grupos reductores por el método Somoggi-Nelson (Nelson 1944).

Los cultivos del patógeno empleados crecieron en medio Fries No 3 con extracto de levadura o con el mismo medio, pero reemplazando como fuente de carbono y energía, carboximetil-celulosa y pectina de manzana funcionando como inductores de celulasa y poligalacturonasa.

La *actividad de la poligalacturonasa* (PG) se obtuvo midiendo la reducción de la viscosidad de una solución del 2% de pectina de manzana como sustrato con un viscosímetro Fenske-Ostwald 150. La mezcla de reacción contenía 25 ml de pectina al 2%; 0,1 ml de 0,5M buffer citrato a pH 4.8; 2 ml de extracto; llevando a 8 ml con agua destilada se determinó también el incremento de grupos reductores por el método de Somoggi-Nelson.

La *actividad de la celulasa* se evidenció a través de la reducción de la viscosidad de una solución al 2% de carboxi-metil-celulosa sodica (CMC) como sustrato. El viscosímetro utilizado fue FO tipo 300. La mezcla de reacción contenía: 2,5 ml de CMC al 2% a pH 4.3; 0,1 ml de 0,5M de buffer citrato a pH 4.8 y 2 ml de extracto en un volumen final de 8 ml.

La lectura de azúcares reductores se hizo en un fotocolorímetro Coleman a 520 nm. Las condiciones de incubación de la reacción son durante 240 minutos a 35°C.

Para comparar los resultados obtenidos, usando la topicación con filtrado, con la inoculación artificial con suspensión de esporas, se condujeron sendos ensayos con las cuatro cepas anteriormente indicadas y tres cultivares nacionales: Trigo 708 (T708), Buck Naposta (BN) y Klein Toledo (KT), en un factorial 4 x 3 según un diseño completamente aleatorizado con 3 (topicado) y 4 repeticiones (inoculación).

Para el topicado cada unidad experimental (parcela) fueron usadas 10 hojitas limpiadas previamente con agua destilada estéril sobre las que se colocaron cubos de poliuretano de 4 mm de lado sobresaturados en filtrado. Las hojas topicadas se cubrieron con tapas de vidrio y todo el sistema quedó en cámara húmeda durante 96 hs. Al finalizar el periodo se retiraron los cubos y se observó el daño producido. La sensibilidad de la hoja se clasificó en 4 niveles (0 = ausencia; 1 = ampollado epidérmico; 2 = menos del 50% del ancho de la lámina necrosado y 3 = más del 50% del ancho de la lámina necrosado).

Para el análisis de la varianza se calculó el daño promedio para cada unidad experimental (suma de las frecuencias multiplicadas por los valores respectivos), se probó el ajuste de las observaciones a una distribución normal por Kolmogorov-Smirnov (Steel y Torrie 1981).

La inoculación se realizó por la técnica descrita por Cordo (1979) preparando el inóculo a partir de cepas cultivadas en medio Fries No 3 con extracto de levadura al 3%. La concentración de esporas se ajustó a $3,5 \times 10^6$. Cada

unidad experimental consistió en macetas con plantas. Para el análisis del porcentaje de cobertura picnial promedio se usó la transformación angular.

Resultados y discusión

En el filtrado desalinizado se detectaron azúcares (150 $\mu\text{mol/ml}$ de filtrado) y proteínas (2,5 mg/ml de filtrado).

Técnicas de aplicación del filtrado

La *inyección del filtrado* produjo una lesión necrótica similar a la producida por el hongo; de contorno difuso; con cicatriz del pinchazo; centro necrótico definido y halo de epidermis blanqueada, extendida paralelamente a las nervaduras. Cuando el filtrado se aplicó diluido (al 1/2) sólo se manifestó un halo clorótico. La infiltración con el medio de cultivo purificado y con agua no produjo reacción. Para esta técnica el síntoma apareció en 48 hs.

La *topicación* del filtrado produjo adelgazamiento y dilatación del ancho de la lámina con necrosis de la zona topicada. Como tipos extremos de lesión se puede observar desde ampollado epidérmico con desorganización celular hasta hendidura de la misma en casos más agudos, que es longitudinal y compromete la epidermis inferior. El síntoma se manifestó entre el cuarto y el quinto día.

El tipo de lesión producido por topicación, que afectó las células epidérmicas y parenquimáticas, condujo a investigar la acción de enzimas participantes en el colapso de la pared celular. El estudio histológico permitió distinguir que el espesor de la lámina foliar se redujo a la mitad, las paredes de las células parenquimáticas se destruyeron con desaparición del contenido, visualizando espacios vacíos, el haz vascular se mantuvo intacto. La zona afectada muestra desorganización del tejido parenquimático. Estos caracteres resaltan al comparar con tejido sano (Fig. 1). Estas observaciones permiten suponer que el filtrado purificado actuó sobre elementos cementantes de la pared y sobre la propia pared celular, presuponiendo la participación de enzimas celulolíticas y pectolíticas en el proceso inicial de patogénesis.

Actividad enzimática

Para comprobar la producción de tales enzimas se trabajó con dos aislamientos de *Mycosphaerella graminicola*, 38388 C.D. (moderadamente virulento) y LH5 (baja virulencia). Se cultivaron en medio Fries No 3 con extracto de levadura (0,3%) con la variante de emplear inductores para celulasa y poligalacturonasa.

La actividad de la poligalacturonasa fue muy destacada cuando la cepa 38388 C.D. creció con pectina como inductor alcanzando a producir 121,7 Mmol glucosa reductora / mg proteína a los 240 min., reduciendo un 83% la viscosidad del sustrato. En cambio, la misma cepa sin inductor redujo +3% la viscosidad, alcanzando a producir 3,43 Mmol glucosa reductora / mg de proteína a los 240 min.

Este resultado confirma la naturaleza *inductiva* de la poligalacturonasa producida en cultivo por *M. graminicola* (Fig. 2).

La actividad de la *celulasa* se evidenció principalmente a través de la reducción de la viscosidad del sustrato al cabo de 240 min. de incubación. La reducción en viscosidad del sustrato con filtrado producido *sin inducción* se ve casi triplicada para la cepa 38388 C.D. (33%) con respecto a LH5 (13%). No obstante, al compararlas a igual concentración de proteínas, las dos cepas tienen igual actividad celulolítica para filtrado producido sin inducción.

Cuando la cepa 38388 C.D. crece sujeta a inducción con CMC la reducción de la viscosidad aumenta en un 84% a los 240 min. Los valores elevados de reducción en viscosidad del sustrato, evidenciados en las cepas no inducidas, sumado a la concentración de proteína registrada en el filtrado obtenido sin inductor está confirmando la naturaleza constitutiva de la celulasa producida por *M. graminicola* (Fig. 3).

En el filtrado de la cepa 38388 C.D., obtenido con CMC como inductor se registró un aumento considerable de la reducción de la viscosidad del sustrato, aunque se detectó 1/6 parte de la concentración de proteínas de la misma cepa, crecida sin inductor. Esto demuestra que la celulasa producida por esta cepa es de tipo constitutiva y que su actividad aumenta de 10-15 veces cuando crece en presencia de CMC.

El tipo de celulasa producida no fue detectada por Somoggi-Nelson, al menos con 240 min. de incubación. Esto explica que el tipo de celulasa producido por *M. graminicola* es sólo del tipo endo - 1, 4, D - B glucan -4- glucano hidrolasa y que, como productos de reacción, en ese tiempo no se forman ni glucosa (indicando ausencia inicial de celulosa), ni oligosacáridos inferiores (5 - glucosa B - 1,4). Inicialmente está actuando una endoglucanasa que inicia el ataque de la celulosa amorfa. Los productos finales mayores son celulodextrina y trazas de glucosa que no son detectadas sensiblemente por azúcares reductores. Al menos se encontraría ausente la enzima B - 1,4, D glucan glucohidrolasa o exoglucanasa. Esta completaría la hidrólisis a glucosa de los productos provenientes de la acción de las celulasas C1 y endoglucanasas (Li *et al.* 1965).

La naturaleza inductiva de la poligalacturonasa (un incremento del 80% en la reducción de la viscosidad y de más de 100 veces en los M moles de glucosa reductora / mg de proteína eliminados al cabo de la cuarta hora de reacción) estaría indicando que los constituyentes de la pared celular estimularían la producción de enzimas.

Efecto del filtrado vs. efecto del inóculo

El análisis de ambos efectos muestra falta de correlación entre los dos métodos de evaluación de la reacción de los cultivares frente al patógeno.

A través del Cuadro 1 se observa que el Cuadrado Medio para inoculación fue *altamente significativo* para las fuentes de variación: tratamientos, cepas (fundamentalmente por las diferencias entre ellas, ver Cuadro 2) y para la interacción cepa x variedad. Esto último indicaría cierto grado de especialización para las cepas LH4 y LH3 cuyos porcentajes de cobertura picnidial son intermedios entre las otras dos cepas. Las variedades utilizadas mostraron diferencias significativas y altamente significativas, respectivamente.

Para la técnica de topicación, toda la variación se concentró en la cepa 38388 C.D., de mayor virulencia. En este caso la interacción significativa no es necesariamente un indicador de especialización. El coeficiente de variación es considerablemente superior al obtenido para inoculación. Este dato alertaría sobre la reducida precisión de la técnica de topicación. Los resultados obtenidos con la variable índice medio de daño (para topicación) muestra además escasa concordancia con los obtenidos para cobertura picnidial (Cuadro 3). La correlación entre ambos no fue significativa ($r = 0,192$). La topicación con filtrado fúngico de composición celulolítica no es eficaz para detectar fuentes de resistencia (Figs. 4 y 5).

La observación de los gráficos de la Fig. 5 realza la sensibilidad de cada cultivar frente al filtrado fúngico y su correspondencia con la acción del inóculo.

Con topicación el cultivar T 708 alcanzó el tipo intermedio. Se observó coincidencia para la cepa LH5, detectando discrepancias para LH3, 38388 C.D. y LH4.

El cultivar Buck Naposta resultó el más sensible a la acción de cada uno de los filtrados. Sólo reaccionó en forma resistente para el filtrado de la cepa LH5; los filtrados de las restantes cepas provocaron respuestas más sensibles. En cambio, la acción del inóculo provocó los tres tipos de respuesta que no coincidieron en su mayoría con la acción del filtrado.

El cultivar Klein Toledo fue el de sensibilidad más heterogénea según el filtrado que accionó sobre el y sólo se establecieron coincidencias cuando reaccionó frente a la cepa 38388 C.D. También se pudo detectar mediante gráficos el grado de virulencia de las cepas y su correspondencia con la sensibilidad de la variedad a la acción del filtrado (Fig. 4). La cepa LH5 se caracterizó por su bajo nivel de virulencia. El filtrado de la misma ocasionó una respuesta insensible en T 708 y KT; en cambio, moderadamente sensible en BN (lesiones tipo 2). Esta diferencia no fue detectada estadísticamente. Ninguna de las restantes cepas vio reflejada su virulencia en la sensibilidad de los correspondientes cultivares a la acción de los respectivos filtrados. Las cepas LH4 y 38388 C.D. demostraron comportamientos opuestos; en cambio, la LH3 demostró un comportamiento desplazado.

Analizando la reacción del filtrado sobre una misma variedad se observa heterogeneidad en tipos de reacción (ampollado epidérmico, necrosis menor del 50% del ancho de la lámina, necrosis mayor del 50% del ancho de la lámina).

Malcom (1978) citó por primera vez la actividad de enzimas celulolíticas al describir el síntoma desarrollado sobre dos cultivares de distinto comportamiento por inyección del filtrado fúngico. El rasgo determinante fue el debilitamiento de la rigidez estructural con daño y muerte aparente del contenido celular. Este carácter ha sido observado en el estudio histológico de este trabajo. La muerte celular con desaparición de organelas visibles y destrucción de paredes se visualiza en el corte transversal de hoja de trigo inyectada con filtrado y sólo desaparición de organelas con supuesta muerte del protoplasto al desarrollar el micelio en forma intercelular.

En este trabajo los dos cultivares nacionales de distinta susceptibilidad respondieron de forma similar al ser inyectados con el filtrado, mientras que en el trabajo de Malcom se observó distinta sintomatología: clorosis o necrosis según el cultivar fuese resistente o susceptible, respectivamente.

El estudio histológico constituyó una herramienta valiosa para interpretar el daño celular. Este en una primera aproximación estaría relacionado con la desorganización del mesófilo (Hilu y Bever 1957). El desarrollo intercelular del micelio de *M. graminicola* recuerda al desarrollo de otros patógenos productores de podredumbre como *Rhizoctonia* en hipocotile de *Phaseolus vulgaris* (Bateman 1963) donde la laminilla media de las células corticales del hipocotile se disuelven y los espacios intercelulares están empaquetados con hifas fúngicas. Este desarrollo implicaría la participación de un complejo enzimático hidrolítico (enzimas pécticas y celulolíticas) donde el principio macerante representado por poligalacturonasa y poli-metil-estearasa serían responsables del cemento intercelular o la laminilla media (De Bary 1886; Brown 1915). Otro rasgo determinante de acción enzimática es el tiempo que transcurre en aparición de síntomas. El filtrado inyectado produjo su acción en 48 hs y en contacto con cutícula en 4 días. Esto fue observado por Brown (1915).

La heterogeneidad entre los tipos de reacción para una misma variedad no está bien entendida aún. Se aclara que se tomaron los recaudos necesarios para evitar la variabilidad experimental debida al tratamiento: cultivo de plantas en macetas con homogeneidad de sustrato, número similar de plantas por maceta, madurez pareja entre plantas, posición horizontal de las hojas para evitar escurrimiento del filtrado, sobresaturación de los cubos de espuma de poliuretano, cobertura de los cubos con tapas de vidrio para evitar evaporación, cámara húmeda generalizada durante 4 días.

Por otro lado, la composición polisacárica (celulosa, pectinas) de paredes celulares de plantas maduras, para distintas variedades en una misma especie es esencialmente idéntica (Albersheim, Jones e English 1969), de ahí que no se puede pensar en distinta composición de pared celular que produzca heterogeneidad de resultados. Sólo resta la posibilidad que al tratar se dé una reacción enzimática entre células epidérmicas y filtrado topicado, factores inherentes a dicha reacción (disponibilidad de sustrato, disponibilidad de enzimas, velocidad de reacción dispareja entre cada sistema E-S representado por la acción sobre cada célula), sean los causantes de estos resultados tan heterogéneos. Debemos recordar que la acción enzimática es localizada. Produce acción sobre la superficie de contacto. No es sistémica como ocurre con metabolitos tóxicos de otros patógenos: *H. sachari* (Steiner y Byter 1971), *H. carbonum* (Hoffman y Scheile 1973), *H. victoriae* (Meehan y Murphy 1947), *A. kikuchiana* (Tanaka 1933).

Por la investigación bibliográfica se conoce que una toxina podrá emplearse en pruebas de resistencia varietal si está causalmente involucrada en la enfermedad. El nivel de resistencia seleccionado sería alto si la toxina fuese *factor de patogenicidad* e intermedio si la toxina fuese *factor de virulencia*.

Por trabajos anteriores (Cordo 1987) se estableció la composición química del filtrado fúngico. Se trata de enzimas celulolíticas que el patógeno produce constitutivamente. Las celulasas son muy significativas en enfermedades donde el patógeno se mueve en forma relativamente lenta, a través del tejido

hospedante (podredumbres secas, manchas de hojas); hay una lenta pero completa degradación del tejido por el patógeno primario (Wood 1959).

Algunos autores consideran a las enzimas extracelulares (enzimas degradantes de la pared celular) como indirectamente tóxicas a las células vegetales, o le atribuyen sólo carácter tóxico a las enzimas pécticas (Bateman y Basham 1976). Para este caso las enzimas celulolíticas no serían consideradas toxinas. Varios caracteres reafirmarían esta observación: acción localizada, efecto no observado a distancia del lugar de producción, reacción producida después de un periodo prolongado de contacto de la mezcla (cuatro días desde el inicio) significando la intervención de una enzima (Brown 1965), etc. A partir de este análisis no se puede emplear una enzima para seleccionar fuentes de resistencia, porque como tal no actúa como *factor de patogenicidad* ni de *virulencia*. A partir de esta definición no se admitiría otra discusión.

A través de los gráficos de interacción inóculo/filtrado - variedad y analizando la producción de la enfermedad por cada cepa en particular, se observa falta de correspondencia entre efecto del inóculo y efecto del filtrado para las cuatro cepas interactuantes. Albersheim, Jones e English (1969) formularon una explicación de por qué distintas cepas de un mismo patógeno atacan diferencialmente variedades diferentes de una misma especie. El espectro de interacción entre enzimas que degradan los polisacáridos de pared y los carbohidratos de la planta hospedante es muy amplio conduciendo a una variedad de interacciones entre planta y la enfermedad; en cambio, se establece una relación más o menos razonable entre producción de la toxina y producción de la enfermedad por el patógeno (Yoder 1981). Esta parcialización podría apoyar la consideración de metabolito no tóxico (en sentido estricto) para las enzimas celulolíticas tratadas en este trabajo.

Conclusiones

Siguiendo las consignas delineadas al señalar el propósito de este trabajo se concluye que:

- 1) El filtrado de cultivo de *Mycosphaerella graminicola* produce daño cuando se inyecta y topica; que para cada caso la respuesta se da en distinto tiempo y a través de distinta manifestación, aunque se observa un denominador común que es la acción sobre pared celular. Las evidencias histopatológicas y de reacciones comparativas establecen la participación de, por lo menos, enzimas celulolíticas como responsables del síntoma observado y sugieren la colaboración de las mismas en el proceso patológico.
- 2) En el filtrado de cultivo se determinó la producción de endopoligalacturonasa y celulasa del tipo endo - B - 1, 4, glucan hidrolasa, cada una con sus características propias de hidrólisis. Se trata de dilucidar aun si sólo estas enzimas son las responsables de la expresión del síntoma o si se complementaría en la acción patogénica algún otro metabolito químico.
- 3) No se halló correlación de resultados al comparar efecto del método de *inoculación* vs. efecto del método de *topicación*. Con ambos métodos

se observa una respuesta definida de cada uno de los cultivares (BN, KT, T708) a las respectivas cepas (LH5, LH4, LH3, 38388 C.D.), pero al compararlas no se corresponden. Por tanto, el filtrado de cultivo de *M. graminicola* de composición enzimática (celulasas) no se puede emplear en la selección de comportamiento varietal.

Agradecimientos

A las autoridades del Instituto de Investigaciones Bioquímicas "Fundación Campomar" por facilitar el lugar de trabajo, materiales y drogas para conducir esta investigación. Al Ing. Agr. Juan Carlos Lindquist por la lectura crítica y opiniones vertidas; al Lic. en Matemáticas Carlos del Santo por el asesoramiento y ejecución estadística. A las autoridades de la Comisión de Investigaciones Científicas (C.I.C.) de la Provincia de Buenos Aires por financiar esta investigación. Al Ing. Agr. Héctor O. Arriaga por su asesoramiento como co-director. Al Ing. Agr. Héctor Alippi, Profesor Titular de la Cátedra de Fitopatología, por brindar el lugar de trabajo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Plata.

Bibliografía

1. ALBERSHEIN, P., JONES, T. e ENGLISH, P. 1969. Biochemistry of the cell wall in relation to infective processes. In: Annual Rev. Phytopath. 7,171-195.
2. BASHAN, Y., OKON, Y. y HENIS, Y. 1985. Detection of cutinase and pectic enzymes during infection of tomatoes by *Pseudomonas syringae* pv. *tomatoe*. Phytopath. 75,940-945.
3. BATEMAN, D.F. 1963. Pectolitic activities of culture filtrates of *Rhizoctonia solani* and extracts of *Rhizoctonia* infected tissues of bean. Phytopath. 53,198-204.
4. BOUSQUET, J.F. y M.S. SKAJENICOV. 1974. Isolation and mode of action of a phytotoxin produced by *S. nodorum* Berk. Phytopath. 80,355-360.
5. BROWN, W. 1915. The action of *Botritis cinerea* Ann. Bot. London 29,313-348.
6. BROWN, W. 1965. Toxins and cell wall dissolving enzymes in relation to plant diseases. Ann. Rev. Phytopath. 3:1-18 pp.
7. CORDO, C.A. 1979. Mancha de la hoja de trigo (*Septoria tritici*) en la República Argentina. Método de inoculación en laboratorio. Anal. Soc. Cient. Arg. entregas 1-4. Tomo 212,41-48.
8. CORDO, C.A. y L.R. MARECHAL. 1987. Bioensayo foliar para filtrado de *Septoria tritici*. 20 pag., 7 figs.(sin publicar).
9. DE BARY, A. 1886. Veber einige sclerotinien und sclerotienkrankheiten. Bot. Z. 44,377-474.

10. DESHPANDE, K.B. 1960. Studies on the pectolytic enzymes system of *Rhizoctonia solani*. Kuhn. IV Viscosity Reducing Enzymes. *Enzymology* 22(5),295-306.
11. EYAL, Z., AMIRI, Z. e I. WAHL. 1973. Physiological specialization of *S. tritici*. *Phytopath.* 63,1087-1091.
12. GAYED, S.K. 1961. Production of symptoms of barley leaf-spot diseases by culture filtrate of *Helminthosporium sativum*. *Nature* 12,725-726.
13. HILU, H.M. y W.M. BEVER. 1957. Inoculation oversummering and suscept-pathogen relationship of *Septoria tritici* on *Triticum* species. *Phytopath.* 47,474-480.
14. HOFFMAN, S.J. y ZCHEILE Jr. 1972. Leaf bioassay for *Helminthosporium carbonum* toxin. Search for phytoalexin. *Phytopath.* 63,729-734.
15. LI, H.L., FLORA, R.M. y K.W. KING. 1965. Individual roles of cellulase components derived from *Trichoderma viride*. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 111,439-447.
16. LUKE, H. y H.E. WHEELER. 1955. Toxin production by *Helminthosporium victoriae*. *Phytopath.* 45,453-458.
17. MALCOM, H. 1978. A host specific toxin extracted from *Septoria tritici*. In: *Proceedings of the Australian Septoria workshop 1978, NS Wales.*
18. MEEAN, F. y MURPHY. 1947. Differential phytotoxicity of metabolic byproducts of *Helminthosporium victoriae*. *Science* 106,270-271.
19. SALEMINK, C.A. y H. REBEL. 1965. Phytotoxin isolated from liquid cultures of *Ceratocystis ulmi*. *Science* 149,202-203.
20. SCHEFFER, R.P. y R.B. PRINGLE. 1961. A selective toxin produced by *Pericornia circinate*. *Nature* 191,912-913.
21. NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of the Somoggi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 153,375-380.
22. STEEL, R.D.Y. y J.H. TORRIE. 1985. *Bioestadística. Principios y procedimientos.* McGraw-Hill, 622 pp.
23. STEINER, G. y R. BYTER. 1971. Partial characterization and use of a host specific toxin from *H. sacchari* on sugarcane. *Phytopath.* 61,691-695.
24. TANAKA, S. 1933. Studies on black spot diseases of the Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehd.) *Men. Coll. Agric. Kyoto Imp. Univ.* 28,1-31.
25. WEBER, G.F. 1922. Speckled leaf blotch of wheat. *Phytopath.* 12,558-585.

Abstract

The objective of this work was to study the effect of Mycosphaerella graminicola filtrate upon wheat leaves and its possible usage as a resistance selection method.

A liquid medium was used to culture the fungus. The culture filtrate was partially purified. Two leaf bioassays were carried out to observe reproduction of the lesion on wheat leaves. Several physical qualities of the filtrate were determined. The histological study was performed comparing the action of the inoculum and of the filtrate at cell level. Culture filtrate produces injuries on the leaves when injected as when topically applied; its effect focuses upon cell wall. A series of tests were conducted to detect activity of hydrolytic enzymes (pectolytic and cellulolytic), their production by the pathogen and their effect on wheat leaf blotch. Enzymatic activity was measured by reading viscometrical reductions and by detecting free reducing groups as reaction products. Constitutive character of cellulolytic enzymes and the adaptative one of pectolytic enzymes were determined.

Pathogenic action of four M. graminicola strains was correlated with the toxic action of the strains filtrate on three varieties of wheat. The 4th leaf of each variety was inoculated. Filtrate was applied onto the leaves with polyuretanic slides; they performed a wick function. Inoculum effect was measured through pycnidial coverage percent. Filtrate effect was established by a scale of necrotic injury. Statistical analysis showed that inoculation and topical application were not correlated ($r=0.192$).

A relationship was established between strain pathogenicity and filtrate aggressivity. Buck Naposta was the most sensitive wheat variety to fungus filtrate.

The conclusion is that a fungus filtrate with cellulolytic enzymes cannot be used for selecting resistant varieties.

CUADRO 1 Análisis de la varianza para inoculación (CM1) y topicación (CM2).

F.V.	G.L.	CM1	CM2
Tratamientos	11	0.330.302**	1.805.258**
Cepas	3	0.809.977**	3.666.962**
Variedades	2	0.044.119n.s.	2.008.992**
Cepa x variedad	6	0.115.859**	0.806.494*
Var.en LH3	2	0.224.791**	0.639.186n.s.
Var.en LH4	2	0.176.575*	0.173.334n.s.
Var.en LH5	2	0.108.781n.s.	0.501.511n.s.
Var.en 38388 C.D.	2	0.089.673n.s.	3.114.445**
Error	36	0.29343	
	23		0.263.643
Coef. Variab. %		20.12	38.42

CUADRO 2. Comportamiento promedio de las cepas.

Cepa	% Cob. picnidial (Inoculación)	Daño promedio (Topicación)
LH5	7,6 a	0,46 b
LH4	13,0 ab	1,83 a
LH3	23,6 bc	1,79 a
38388 C.D.	28,2 c	1,25 ab

Cepas con la misma letra no difieren significativamente al 1% (Test de Student).

CUADRO 3. Correlación entre las técnicas de inoculación y las de topificación.

Cepa	LH3		LH4		LH5		38388 C.D.		
	BN	T708	BN	T708	BN	T708	BN	KT	
Inoculación	34.98 ^a (1)	22.21 ^b	11.38 ^a	20.44 ^b	3.48	11.65	20.79	31.23	32.95
	(2)								
Topificación	1.17	1.40	0.77	1.63	1.77	2.50	0.13	0.92	0.33
	(3)								

(1) Variedades con igual letra no difieren significativamente (dentro de cada cepa); ausencia de letras indica ausencia de diferencias significativas.

(2) Promedio General del porcentaje de cobertura picnidial.

(3) Índice medio de daño.

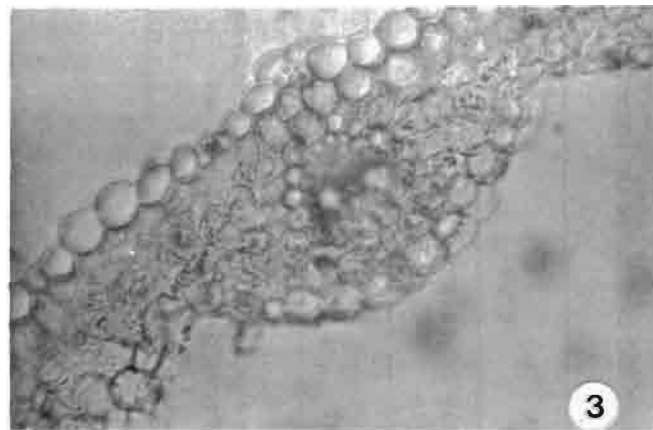
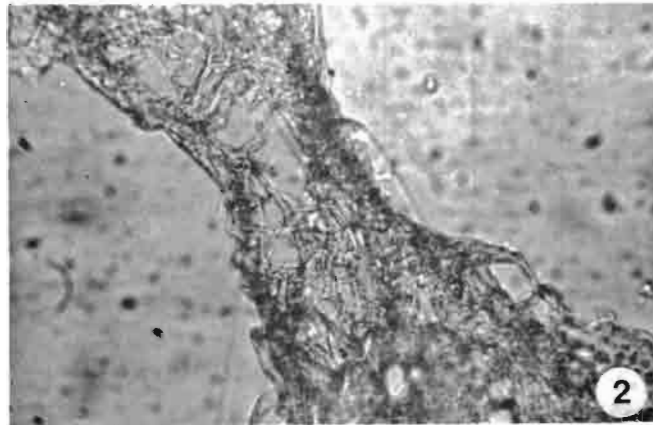
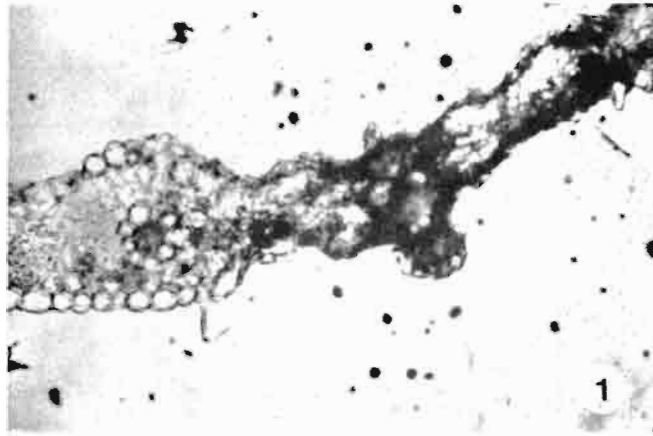
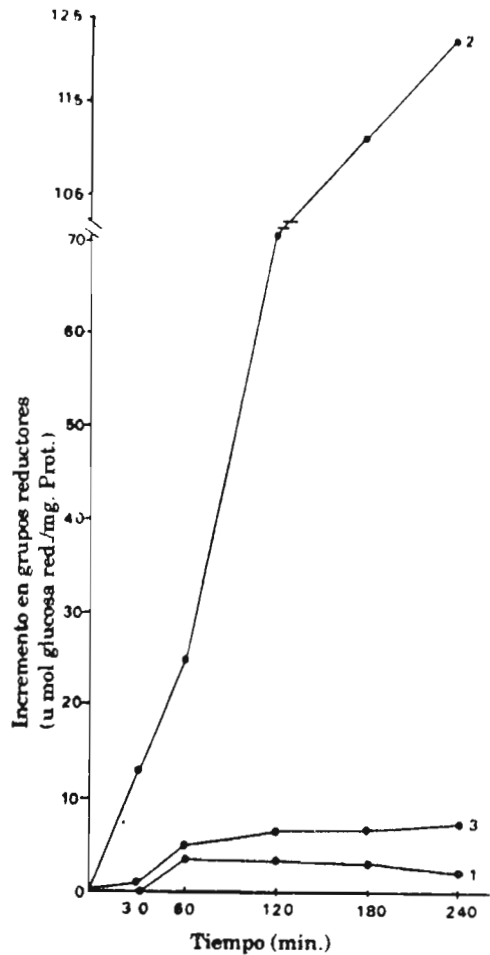
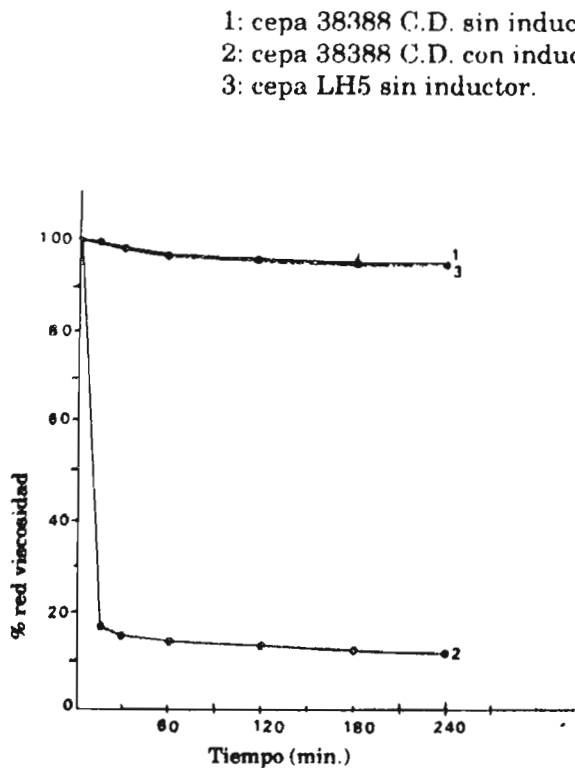


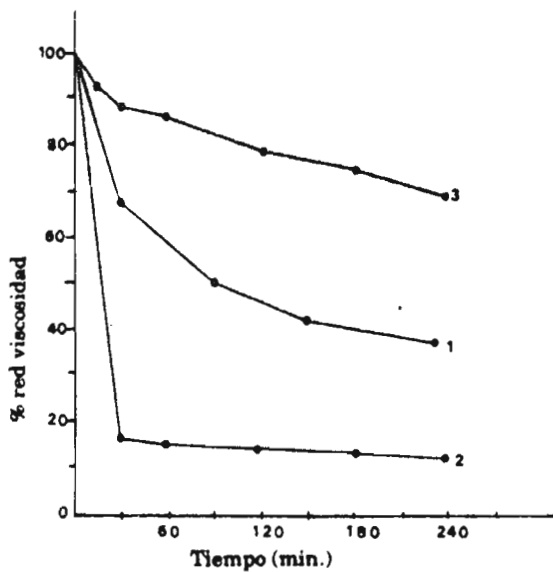
Figura 1.A. Corte transversal de hoja de trigo inyectada con filtrado de cultivo de *S. tritici*. Observar reducción del espesor de la lámina en la zona afectada. Aumento x 21.

B. Corte transversal de hoja de trigo infectada por *S. tritici*. Observar reducción del espesor de la lámina en la zona afectada.

C. Comparar con tejido normal. Aumento x 280.



Figuras 2.A y B. Actividad de poligalacturonasa. Porcentaje de reducción en viscosidad de la mezcla de reacción y actividad enzimática medida a través del incremento en grupos reductores por el método de Somoghi- Nelson. Mediciones realizadas durante 240 min.



1: cepa 38388 C.D. sin inductor.
2: cepa 38388 C.D. con inductor.
3: cepa LH5 sin inductor.

Figura 3.A. Actividad de celulasa. Porcentaje de reducción en viscosidad de la mezcla de reacción durante 240 min.

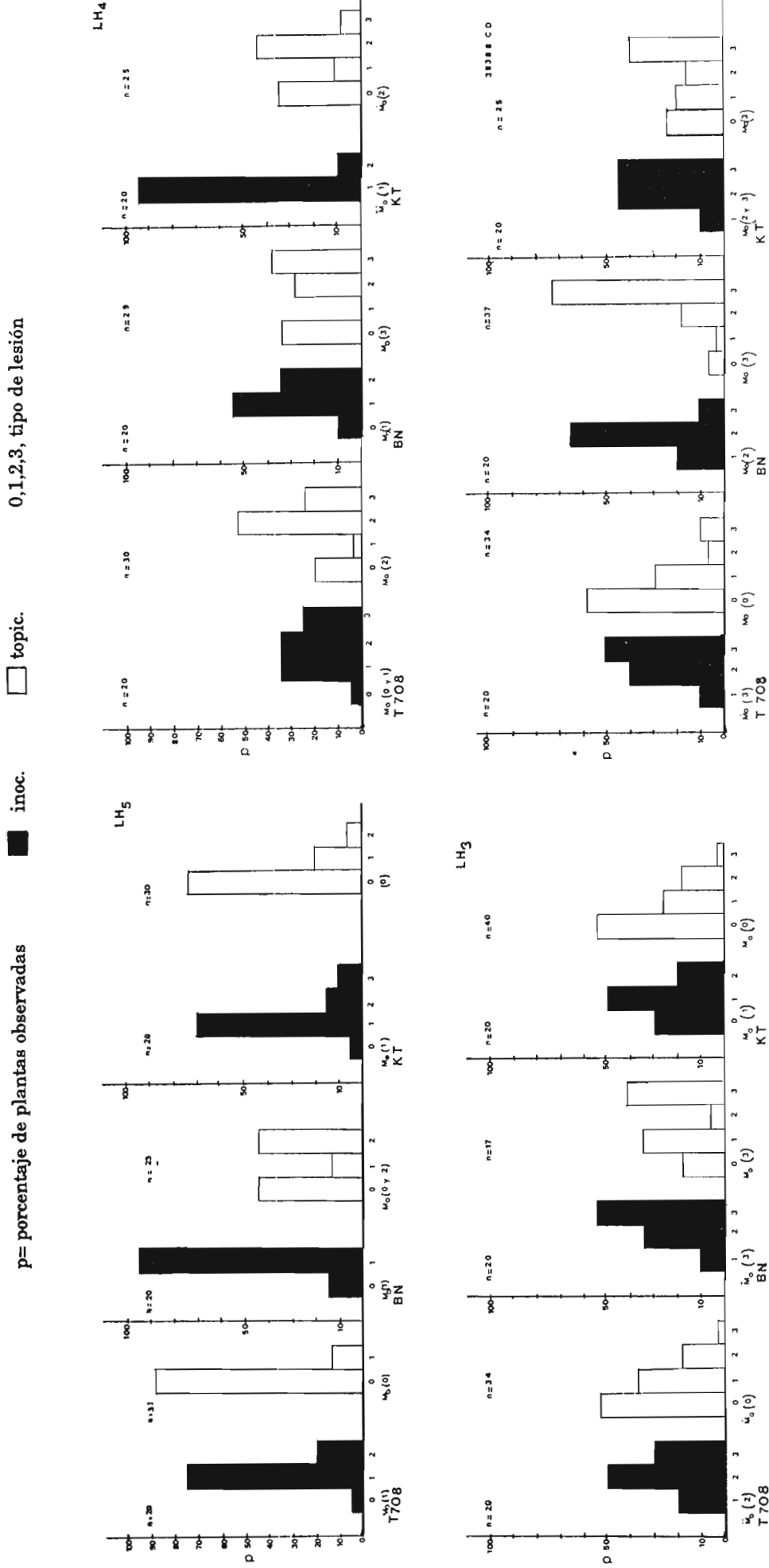


Figura 4. Frecuencia de daño inóculo vs. daño filtrado sobre tres variedades de trigo (Trigal 708, Buck Naposta, Klein Toledo) para las cepas LH5, LH4, 38388 C.D., LH3.

Barra de posición izquierda: Frecuencias observadas según escala Tipo de lesión Inóculo.
 Barra de posición derecha: Frecuencias observadas según escala Tipo de lesión Filtrado.

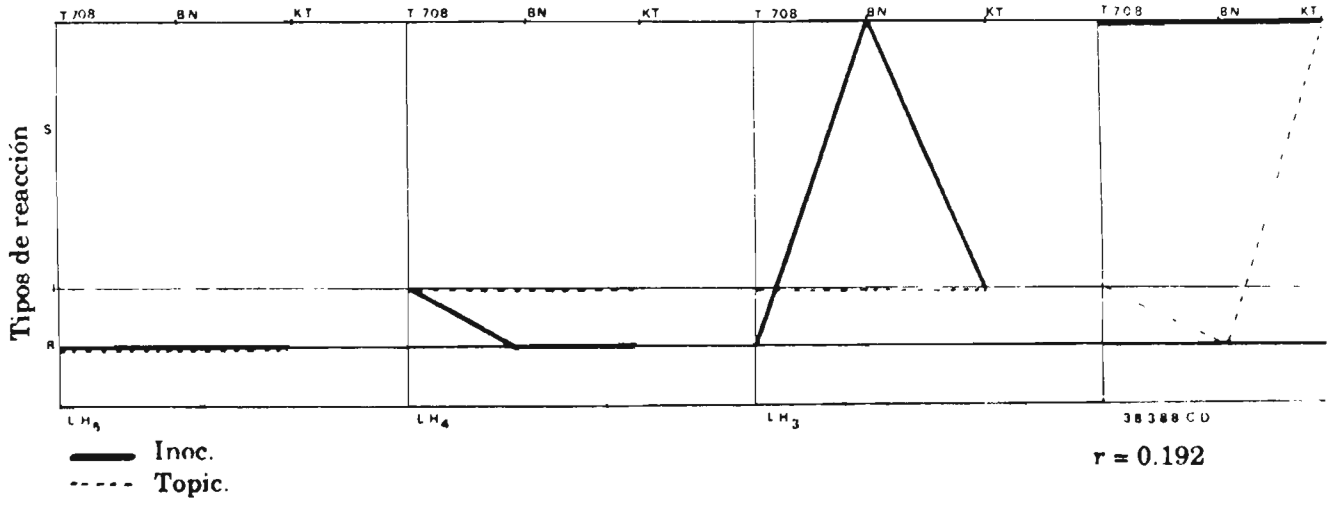


Figura 5. Correspondencia entre acción del inóculo y del filtrado de las tres variedades para cada una de las cepas (LH5, LH4, LH3, 38388 C.D.).

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA BIOLOGIA DE *SEPTORIA* SPP. QUE ATACAN AL TRIGO

Z. Eyal

Universidad de Tel Aviv, Tel Aviv, Israel

Resumen

*Considerando las dificultades que plantea su diagnóstico en el campo cuando las dos enfermedades se presentan al mismo tiempo, la clasificación en el mismo género de los organismos causales de la mancha foliar (*Septoria tritici*) y el tizón de la gluma (*Septoria nodorum*) no está biológicamente justificada con base en las características que éstos tienen en común, como la producción de picnidios dentro de lesiones necróticas y, en el estado asexual, cuerpos de fructificación que tienen un pseudotecio peritecioide.*

Si estos patógenos se clasificaran en dos géneros distintos, esto impulsaría el estudio independiente de cada uno de ellos, es decir, investigaciones biológicas, genéticas, bioquímicas y aplicadas efectuadas por separado.

En este trabajo se examinan aspectos relacionados con la variabilidad genética de ambos patógenos, su especialización diferencial, sus requerimientos nutricionales y ambientales, su penetración y colonización del huésped, así como la función de los compuestos tóxicos que producen.

Anteriormente se clasificaban en el mismo género, *Septoria*, la mancha foliar causada por *Septoria tritici* y el tizón de la gluma causado por *Septoria nodorum*. Con la acumulación de conocimientos, se hizo evidente que esta unificación forzada no está biológicamente justificada y que las diferencias son más numerosas que las similitudes. Ambos microorganismos presentan en el estado sexual un cuerpo fructífero que tiene un pseudotecio peritecioide y producen picnidios dentro de las lesiones necróticas en el estado asexual; además, ambos provocan manchas foliares que constituyen enfermedades del trigo de gran importancia económica. Las dificultades de la identificación de los síntomas en el campo cuando los dos patógenos están presentes, favoreció la tendencia a agruparlos por razones prácticas como enfermedades causadas por *Septoria*. Si el agente causal del tizón de la gluma causado por *Septoria nodorum* que afecta al trigo hubiera sido clasificado como *Stagnospora nodorum* (Berk) Castellani y Germano, como sugirió J. Bissett (*Fungi Canadenses* No. 240, 1982), tal vez se hubiera resuelto el problema de la nomenclatura, aunque hubieran subsistido las dificultades para el diagnóstico.

La clasificación por separado de los dos agentes patógenos impulsaría los estudios sobre aspectos biológicos, genéticos y bioquímicos y las investigaciones aplicadas en relación con cada uno de ellos en forma independiente.

Se sabe poco sobre la distribución y, especialmente, la contribución del estado sexual a la diversidad genética y a la epidemiología. Se ha señalado la asociación de las ascosporas transportadas por el aire de *Mycosphaerella graminicola* y de *Leptosphaeria nodorum* en la iniciación de epifitias (5). No obstante, es difícil identificar los cuerpos fructíferos sexuales en los residuos vegetales y establecer distinciones morfológicas entre los pseudotecios y los picnidios; estas distinciones requieren procedimientos más complejos. No se conocen las condiciones necesarias para la existencia de pseudotecios en los desechos vegetales.

Debido a todo lo anterior, hay pocos reportes sobre la presencia del estado sexual en condiciones naturales. El fracaso de los intentos de obtener pseudotecios en medios artificiales en el laboratorio ha obstaculizado el progreso de las investigaciones relacionadas con el estado sexual. Los estudios de Newton y Caten (9) han demostrado que se forman fácilmente heterocariones entre mutantes de la misma cepa de *S. nodorum*. Las parejas de cepas no emparentadas no forman heterocariones, lo que indica la presencia de un sistema de incompatibilidad genéticamente determinado. Es probable que la contribución de la heterocariosis a la variabilidad de *S. nodorum* se limite a la acumulación de núcleos mutantes dentro de un micelio progenitor y a interacciones entre micelios emparentados clonalmente. Como las esporas individuales son homocarióticas, la segregación a través de generaciones sucesivas de esporas individuales sería el resultado de un fenómeno genético distinto de la heterocariosis.

Los datos reunidos señalan la presencia de una interacción entre las variedades y los aislamientos de *S. tritici*, lo que indicaría que existe una especialización diferencial (diversas virulencias) del agente patógeno (5). Aún no se conocen la contribución del estado sexual (cuando existe) a la variación de la virulencia y las consecuencias para el manejo del germoplasma.

Se han establecido los requisitos ambientales y nutricionales para producir picnidios de *Septoria nodorum* en medios artificiales, pero hasta ahora se sabe poco en ese aspecto en relación con *S. tritici* (5, 9). Se cuenta con algunos datos concernientes a la identificación de marcadores específicos (resistencia a los fungicidas, toxinas, la presencia de micovirus con ARN dh, etc.) en las estructuras vegetativas y reproductoras del patógeno, que pueden contribuir a futuras investigaciones asociadas sobre la virulencia de estos microorganismos.

Karjalainen y Locunatmaa (6) informaron sobre la penetración y la colonización de trigo susceptible por *S. nodorum*, empleando la microscopía electrónica. Observaron la presencia de material amorfo o de una lámina mucilaginosa en la región de la unión del tubo germinal a la superficie del huésped. La acumulación de material con gran densidad electrónica en el tejido del huésped en la parte opuesta al sitio de penetración directa indica la posible función de la actividad enzimática vinculada con la penetración. Margo (8) ha demostrado que *S. nodorum* puede liberar poligalacturonasa (PG), xilanasas (XY) y celulasas (CX) cuando se cultivan los hongos en un medio artificial con paredes celulares del trigo como única fuente de carbón, y también durante el proceso de infección de las hojas de trigo. No está clara la asociación de éste y otros procesos en la defensa del huésped.

El desarrollo de síntomas en las hojas de trigo infectadas con *S. nodorum* puede vincularse con la producción de dihidroisocumarina y otros compuestos fitotóxicos (1,2, 3, 4). Es escasa la información acerca de la participación de fitotoxinas en la patogénesis de *S. tritici* (7). Aún es preciso investigar la posibilidad de utilizar toxinas (¿específicas?) para detectar la respuesta diferencial del huésped.

Las investigaciones están orientadas principalmente a proteger los altos rendimientos amenazados por el efecto adverso de estos dos patógenos. Los estudios actuales han dado como resultado soluciones parciales, pero éstas son obstaculizadas por deficiencias en las investigaciones afines sobre la biología, la genética, la fisiología y la patogenicidad de los microorganismos, el proceso de la infección y la respuesta del huésped. La combinación de investigaciones básicas y aplicadas aumentará considerablemente nuestros conocimientos sobre los patógenos, las interacciones entre éstos y el huésped y las medidas de control.

Bibliografía

1. Baker, E.A. e I.M. Smith. 1977. Antifungal compounds in winter wheat resistant and susceptible to *Septoria nodorum*. Ann. Appl. Biol. 87:67-73.
2. Bousquet, J. F. y Skajennikoff. 1974. Isolement et mode d'action d'une phytotoxine produite en culture par *Septoria nodorum* Berk. Phytopath. Z. 80:355-360.
3. Bousquet, J.F., H. Belhomme de Franqueville, A. Kollman y R. Fritz. 1980. Action de la septorine, phytotoxine synthétisée par *Septoria nodorum*, sur la phosphorylation oxydative dans les mitochondries isolées de coléoptiles de blé. Can. J. Botany 58:2575-2580.
4. Essad, S. y J.F. Bousquet. 1981. Action de l'ochracine, phytotoxine de *Septoria nodorum* Berk., sur le cycle mitotique de *Triticum aestivum*. Agronomie 1:689-694.
5. Eyal, Z., A.I. Scharen, J.M. Prescott y M. van Ginkel. 1987. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and methods of diseases management. México, D.F.: CIMMYT. 52 pp.
6. Karjalainen, R. y K. Lounatmaa. 1986. Ultrastructure of penetration and colonization of wheat leaves by *Septoria nodorum*. Physiolo. and Mol. Plant Pathology 29:263-270.
7. Kent, S.S. y G.A. Strobel. 1976. Phytotoxine from *Septoria nodorum*. Trans. Br. Mycol. Soc. 67:354-358.
8. Margo, P. 1984. Production of polysaccharide-degrading enzymes by *Septoria nodorum* in culture and during pathogenesis. Plant Science Letters 37:63-68.

9. Newton, A.C. y C.E. Caten. 1985. Heterokaryosis and heterokaryon incompatibility in *Septoria nodorum*. pp. 13-15. In: A.L. Scharen, ed. *Septoria of cereals*. Proceedings of the workshop, August 2-4, 1983. Bozeman, Montana: USDA-ARS Publ. No. 12, 116 pp.

Abstract

Grouping the pathogens that cause septoria tritici blotch and septoria nodorum blotch under the same genus biologically is not justified based on the characteristics they have in common, such as production of pycnidia within necrotic lesions in the asexual state and perithecioid pseudothecium fruiting bodies in the sexual state, considering the difficulties of diagnosing symptoms in the field when they occur together.

It is felt that placing the two pathogens in different genera would gear unilateral research on their biology, genetics, biochemical and applied aspects.

In this paper aspects related to the two pathogens' genetic variability, differential specialization, nutritional and environmental requirements, and host tissue penetration and colonization are discussed, as well as the role of the toxic compounds they produce.

RESISTENCIA Y PROTECCION NO ESPECIFICA CONTRA LA MANCHA FOLIAR CAUSADA POR *SEPTORIA TRITICI* EN EL TRIGO HARINERO

Z. Eyal
Universidad de Tel Aviv, Tel Aviv, Israel

Resumen

*Se sabe que la madurez tardía y la elevada altura de la planta están relacionadas con un bajo nivel de la enfermedad causada por *Septoria tritici* en el trigo y, en consecuencia, interfieren con la evaluación del germoplasma. En las condiciones de Israel, la contribución de la altura y madurez de la planta al grado de severidad es más o menos igual.*

Una baja cobertura picnidial y un bajo porcentaje de necrosis se han utilizado como indicadores para evaluar la resistencia un mes después de la antesis. Los trigos de invierno como Aurora, Bezostaya 1, Kavkaz y Oasis han mostrado altos niveles de resistencia a un amplio espectro de patrones de patogenicidad en todo el mundo. Con base en estudios de la virulencia, la resistencia de Aurora y Kavkaz parece no residir en la translocación 1B/1R, y la resistencia de Bobwhite es superior a la de su línea progenitora Aurora.

*El fenómeno de la tolerancia es eficaz porque brinda una protección duradera y reduce la presión de selección sobre el patógeno. La combinación de tolerancia y resistencia puede ofrecer un amplio espectro de protección foliar en epifitias bajas o moderadas. En este trabajo se examina la función del peso de 1000 granos y de la cobertura picnidial en la evaluación de tales combinaciones. La resistencia "frontal" puede constituir una medida de evaluación en una epifitia de *S. tritici* baja o moderada, en tanto que la desecación química y una epifitia causada por aislamientos virulentos de *S. tritici* pueden emplearse para revelar la tolerancia en "de fondo".*

No existe mucha resistencia a *Septoria tritici*, el patógeno que causa la mancha foliar del trigo, en las variedades que tienen características agronómicas adecuadas (madurez temprana, altura baja y alto rendimiento). La altura de la planta y la madurez están en relación inversa a la expresión de los síntomas, es decir, una infección escasa se vincula con la elevada altura y la madurez tardía (2, 5). Al analizar las relaciones entre la severidad de la enfermedad, la altura y la madurez en 20 000 accesiones durante ocho años en Israel, no se encontró ninguna accesión que tuviera menos del 5% de la superficie foliar invadida por picnidios en las cuatro hojas superiores, combinada con un grado de madurez de menos de 100 días desde la emergencia de la plántula hasta el espigamiento, y una altura de la planta inferior a los 110 cm, como aconsejan los fitomejoradores de trigo en Israel para las condiciones del país.

Se analizaron las relaciones entre estos tres parámetros usando un modelo lineal general (MLG), que se puede describir según la siguiente función: severidad de la enfermedad (cobertura picnidial en las cuatro hojas

superiores) = $140,8 - 0,54$ (altura de la planta) - $0,41$ (días para el espigamiento), con $R^2 = 0,3525^{**}$. En las condiciones ambientales israelíes y con un espectro de virulencia relativamente constante (en viveros sometidos a inoculación artificial), fue similar la contribución de la altura de la planta y la madurez a la severidad de la enfermedad (4).

Al evaluar el germoplasma que se usará en los programas de mejoramiento, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- (a) La frecuencia de la resistencia a la mancha foliar causada por *Septoria tritici* en Israel sigue esta secuencia: trigo harinero de invierno, trigo duro, triticale y trigo harinero de primavera.

Este esquema puede resultar considerablemente afectado por la distribución de la virulencia y de las variedades en distintos países.

- (b) Una baja cobertura picnidial se relaciona con la altura elevada de la planta y la madurez tardía. En consecuencia es preciso efectuar una selección más rigurosa para obtener una madurez temprana, seguida de la selección para obtener la altura apropiada en las poblaciones segregantes. De otra manera, predominará en el programa el material de gran altura y madurez tardía que presenta una baja cobertura picnidial. Todo esto depende de los requisitos tanto locales como nacionales.
- (c) La resistencia a otras enfermedades del trigo. Cuando hay que tener en cuenta muchas enfermedades foliares (por ejemplo, en Brasil), pueden variar las estrategias.
- (d) Una baja cobertura picnidial y un bajo porcentaje de necrosis a menudo se relacionan con las etapas de desarrollo de la planta (es mayor la susceptibilidad a la infección en las etapas posteriores a la antesis), siempre que haya inóculo y las condiciones ambientales sean favorables (temperaturas moderadas, humedad elevada y lluvias frecuentes).
- (e) La progresión de la enfermedad al transcurrir el tiempo, preferiblemente en un período fisiológico similar del desarrollo de la planta, por ejemplo, la antesis y los 30 días posteriores, para permitir la comparación apropiada del progreso de la enfermedad en accesiones de distinto comportamiento fisiológico.

También se puede expresar el efecto de la enfermedad en términos de la superficie foliar verde que queda en las plantas infectadas en el mismo período (la antesis y los 30 días posteriores). Los estudios del progreso de la enfermedad en ese lapso permiten identificar las accesiones en las cuales se ha retrasado el avance, considerando preferiblemente grupos con un grado similar de madurez. Además, se pueden emplear otros análisis de los datos (área bajo la curva del progreso de la enfermedad o del progreso de la superficie foliar verde que queda, la tasa de infección aparente, etc.) en la comparación entre las variedades.

El germoplasma de trigo harinero de invierno resistente ha proporcionado una protección razonable cuando ha sido incorporado a los trigos de

primavera. El germoplasma de trigo de invierno más usado es el de los trigos rusos Aurora (PI167407), Bezostaya 1 (PI345685) y Kavkaz (Lutescens 314H147/Bezostaya 1), todos derivados de Bezostaya 1, y Oasis (CI 15929), que incorpora en su genealogía el germoplasma de Bulgaria 88 (PI194407). Estas fuentes son eficaces contra un espectro bastante amplio de patrones de patogenicidad, aunque no son universales. Se observó un alto grado de resistencia en derivados de Frontana (CI 12470) que se usan mucho en los programas de fitomejoramiento sudamericanos. Estos derivados pueden expresar sensibilidad al fotoperíodo y, por consiguiente, presentar madurez tardía y altura elevada cuando se cultivan en otros medios.

La resistencia incorporada a los trigos de primavera a partir de los trigos de invierno Aurora y Kavkaz, ambos hermanos seleccionados del cruzamiento Lutescens 314H147/Bezostaya 1, que tienen la translocación 1B/1R del centeno, fue usada ampliamente en México por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Los programas nacionales lanzaron familias que tienen germoplasma proveniente de estas dos fuentes y que están constituidas por variedades semienanas de alto rendimiento, ampliamente adaptadas desde el punto de vista agronómico. La familia de variedades derivadas de Kavkaz llamadas Veery "S" (CM33027) ha mostrado respuestas variables a *S. tritici*. En los países de América del Sur donde la virulencia para Kavkaz es más frecuente (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay), la incidencia de la enfermedad en algunas accesiones Veery "S" es más elevada que en la cuenca del Mediterráneo, donde no es frecuente la virulencia para Kavkaz.

En las accesiones que pertenecen a la familia Bobwhite "S" (CM33203), cuya resistencia proviene de Aurora, la incidencia de la enfermedad causada por *S. tritici* es menor en todo el mundo. Las frecuencias mundiales hipotéticas de la virulencia reportadas para Aurora, Bezostaya 1, Bobwhite "S" y Kavkaz, fueron del 16,5%, 35,0%, 7,2% y 25,8%, respectivamente (6). En un estudio genético reciente realizado por Danon y Eyal (1), se comunicó que Aurora, Bezostaya 1, Kavkaz y Trakia, todas derivadas de Bezostaya 1, mostraban la misma respuesta al aislamiento ISR8036 de *S. tritici*, virulento para Kavkaz, lo que indica que la resistencia en Aurora y Kavkaz probablemente no reside en la translocación 1B/1R, que no existe en Bezostaya 1 y Trakia. En consecuencia, es probable que el mayor grado de resistencia expresado por Bobwhite "S" se derive de una o más fuentes adicionales, distintas del gen parcialmente dominante de Aurora. Tanto las accesiones Bobwhite "S" como las Veery "S" tienen en su genealogía los progenitores Klein Rendidor y FNTH (Frontana/Newthatch) y se comprobó que ambas tienen resistencia a *S. tritici* en Israel.

Se transfirió y acumuló con éxito la resistencia a *S. tritici* en trigos de madurez temprana, escasa altura, elevado rendimiento y agronómicamente adaptables. No se ha puesto a prueba su adaptabilidad a condiciones ambientales y espectros de virulencia más amplios.

Los informes sobre la presencia de una interacción significativa entre variedades y aislamientos, que puede indicar la existencia de una respuesta diferencial del huésped a aislamientos específicos, pueden tener consecuencias importantes para la evaluación, la utilización y la distribución de germoplasma resistente en los programas de fitomejoramiento y para el aprovechamiento de la resistencia incorporada y su duración (3). El empleo

de la vigilancia de la virulencia y la exposición del germoplasma resistente en ensayos internacionales en localidades múltiples, contribuirán a un mejor conocimiento de los espectros de la virulencia y de la eficacia general y local de esas fuentes de resistencia.

Se ha comprobado que la presencia de genes aditivos, de herencia poligénica, es de importancia fundamental ya que proporcionan resistencia a *S. tritici* (1, 8). A diferencia de lo que sucede con *S. nodorum*, no se efectuó un estudio detallado de los componentes de este tipo de resistencia, su incorporación y durabilidad.

La tolerancia (la cualidad que permite a una variedad susceptible soportar el ataque de un patógeno sin sufrir pérdidas graves de rendimiento) a la mancha foliar causada por *Septoria tritici* ha sido identificada en ciertas variedades de trigo de alto rendimiento (2, 7). Durante epifitias severas causadas por *S. tritici*, las variedades tolerantes tuvieron un buen rendimiento y produjeron granos pesados y no arrugados en comparación con las parcelas protegidas con fungicidas y sembradas con variedades de trigo no tolerantes. A pesar de que la tolerancia es muy conveniente para proporcionar una protección duradera y reducir la presión de selección sobre el patógeno, se sabe poco acerca de este fenómeno, que no ha sido explorado ni utilizado. Los métodos para identificar la tolerancia son difíciles de emplear en los programas de mejoramiento y también es psicológicamente difícil aceptar el lanzamiento de una variedad susceptible que posee una ventaja en cuanto a protección del rendimiento. Recientemente, el empleo de desecantes químicos aplicados de 10 a 14 días después de la anthesis permitió identificar variedades de trigo que podían tolerar (de acuerdo con el peso de los granos obtenidos) el factor abiótico desfavorable. Algunas de estas variedades también eran tolerantes a la mancha foliar causada por *Septoria tritici* y a la sequía (9).

La combinación de la resistencia "frontal" con la tolerancia "de fondo" puede ofrecer protección foliar durante epifitias leves o moderadas (algo poco probable en una variedad susceptible), y protección de los componentes del rendimiento cuando la resistencia es superada por la virulencia y durante epifitias severas. En la Figura 1 se presenta el protocolo para producir esa protección sintética contra la mancha foliar del trigo causada por *Septoria tritici*. Se efectúa en las primeras generaciones la selección para obtener un peso elevado del grano (peso de 1000 granos > 45,0 g), madurez temprana y baja altura con epifitias severas, siempre que exista virulencia en la mezcla de aislamientos para superar la resistencia "frontal". Se usó la virulencia para Kavkaz (ISR8036), que es poco frecuente en Israel (3), para superar la resistencia moderada de Musala "S" (CM16780) y detectar la tolerancia de Miriam (Chapingo 53/Nrn10/Bvr/3/Yaqui 54/2* Merav) y el peso elevado del grano de Lakhish (Yaktana/Nrn10/Bvr/3/Florence Aurore). Se empleó únicamente el aislamiento ISR398 (ATCC48507), que es avirulento en Kavkaz y virulento en Miriam y Lakhish (como aislamiento ISR8036) para detectar la resistencia de Musala "S". La severidad media de la enfermedad en 44 líneas F5 seleccionadas tolerantes y con peso elevado del grano, provenientes de la cruce Musala "S"/Miriam, representó una cobertura picnidial del 80% en el caso del ISR8036, y del 30% en el del ISR398. La cobertura media por picnidios en Musala "S" fue del 78% y del 30% para el ISR8036 y el ISR398, respectivamente. La cobertura media picnidial fue del 80% con ambos aislamientos. Se registró una pérdida del 12% del peso de

1000 granos (PMG) en la variedad tolerante Miriam con ambos aislamientos, mientras que en Musala "S" la pérdida del PMG con ambos aislamientos fue del 20%. En algunas líneas se observaron pérdidas insignificantes del PMG con los dos aislamientos. Considerando las 44 líneas, la pérdida media del PMG fue del 12% con el ISR8036 y del 6% con el ISR398.

El cruzamiento entre Musala "S" y el progenitor Lakhish con elevado peso de grano, produjo 27 líneas tolerantes. La cobertura picnidial media en Lakhish fue del 80% y el 70% con el ISR8036 y el ISR398, respectivamente; en las 27 líneas seleccionadas, la cobertura media fue del 80% y el 50%, respectivamente. En Lakhish hubo una pérdida del PMG del 25% con ambos aislamientos, mientras que la pérdida media del PMG en las 27 líneas fue del 15% con el ISR8036 y del 10% con el ISR398. En consecuencia, es evidente que con este procedimiento se logró una protección del peso de 1000 granos en epifitias severas causadas sólo por el aislamiento virulento de *S. tritici*. Es importante señalar que el progenitor moderadamente resistente Musala "S" tiene cierta tolerancia además de la tolerancia proveniente de Kavkaz.

Se pusieron a prueba algunas de estas líneas en ensayos de rendimiento en los que se adaptó un diseño en parcelas divididas con repeticiones múltiples. Se compararon las parcelas inoculadas con una mezcla de aislamientos virulentos de *S. tritici* con parcelas no infectadas, protegidas con un fungicida (tres aplicaciones de Tilt). En el Cuadro 1 se presentan las líneas que superaron el rendimiento medio de sus respectivos progenitores, junto con los progenitores y los testigos. El avance de la epifitia provocada por *S. tritici* en el ensayo de Saad se detuvo hacia el final de la temporada por los prolongados períodos sin lluvia y, por consiguiente, las pérdidas del PMG son inferiores a las que se esperaban. Algunas de las líneas seleccionadas expresaron madurez temprana, alto rendimiento, peso elevado del grano y pérdidas del PMG inferiores a las de cualquiera de los progenitores y de la variedad no tolerante Shafir, usada como testigo.

La resistencia "frontal" puede proporcionar un instrumento para la evaluación durante epifitias de *S. tritici* leves y moderadas, mientras que la desecación química y las epifitias de *S. tritici* provocadas por el aislamiento virulento (S) pueden usarse para detectar la tolerancia "de fondo". La combinación de ambos tipos de resistencia puede constituir un material útil y más aceptable para los fitomejoradores al utilizar las ventajas de la defensa del huésped y la protección duradera del rendimiento.

Bibliografía

1. Danon, T. y Z. Eyal. 1986. The inheritance of resistance in spring and winter bread wheats to two isolates of *Mycosphaerella graminicola* (Resumen). *Phytopathology* 76:1098.
2. Eyal, Z. 1981. Integrated control of Septoria disease of wheat. *Plant Dis.* 65:763-768.
3. Eyal, Z. y E. Levy. 1987. Variations in pathogenicity patterns of *Mycosphaerella graminicola* within *Triticum* spp. in Israel. *Euphytica* 36:237-250.

4. Eyal, Z. y H. Talpaz. 1987. Evaluation of the relationships between plant stature, maturity and disease severity to *Septoria tritici*. (Resumen). Granada, España: Proc. Congress Fitopathol. Medit. September, 1987.
5. Eyal, Z., I. Wahl y J.M. Prescott. 1983. Evaluation of germoplasm response to *Septoria* leaf blotch of wheat. *Euphytica* 32:439-446.
6. Eyal, Z., A.L. Scharen, M.D. Huffman y J.M. Prescott. 1985. Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. *Phytopathology* 75:1456-1462.
7. Eyal, Z., A.L. Scharen, J.M. Prescott y M. van Ginkel. 1987. The *Septoria* diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. México, D.F.: CIMMYT.
8. van Ginkel, M. y A.L. Scharen. 1986. Genetics of resistance in Durum wheat to *Septoria tritici*. (Resumen). *Phytopathology* 76:1112.
9. Zilberstein, M., A. Blum y Z. Eyal. 1985. Chemical desiccation as a simulator of post anthesis speckled leaf blotch stress. *Phytopathology* 75:226-230.

Abstract

*Late maturity and tall plant stature are known to be associated with the low disease coverage of *Septoria tritici* in wheat and thereby interfere with germplasm evaluation. Under Israeli conditions the contribution of plant height and maturity to disease severity is about equal.*

Low pycnidial coverage and low percent necrosis have been used as indicators to measure germplasm resistance one month after anthesis. Winter wheats such as Aurora, Bezostaya 1, Kavkaz and Oasis have shown high levels of resistance to a wide spectrum of pathogenicity patterns around the world. Based on virulence studies, it seems that the resistance of Aurora and Kavkaz probably does not reside in 1B/1R translocation and the resistance expressed by Bobwhite is of a higher level than that of its parent Aurora.

*The tolerance phenomenon is effective because it provides lasting protection and reduces selection pressure on the pathogen. The combination of tolerance and resistance together may offer a wide spectrum of foliar protection under light to severe epidemics. The role of 1000 kernel weight and pycnidial coverage in assessing such combinations is discussed. "Frontal" resistance may provide an evaluation measure in a low to moderate *S. tritici* epidemic, while chemical desiccation and a *S. tritici* epidemic caused by virulent isolates may be used to reveal tolerance in the "background".*

EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA SEPTORIOSIS DEL TRIGO EN EL BRASIL

A.M. Prestes
CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, Brasil

La septoriosis del trigo, causada por *Phaeosphaeria nodorum* (= *Stagonospora nodorum*) o por *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*), invariablemente ocurre de forma endémica en las principales regiones trigueras de América del Sur. La septoriosis puede provocar verdaderas epidemias en cultivares susceptibles cuando las condiciones climáticas son favorables. En esta situación, las pérdidas de rendimiento generalmente son elevadas, llegando a veces a la destrucción parcial de los cultivos.

En el Brasil, las pérdidas medias anuales debido a esa enfermedad oscilan entre el 10 y el 20%. La quimioterapia, resistencia varietal y prácticas culturales adecuadas son las principales medidas de control. La identificación del germoplasma resistente o tolerante es imprescindible para el mejoramiento genético de la resistencia a la septoriosis. Por otra parte, para que una selección sea eficiente es necesario que se asegure una adecuada presión de inóculo del patógeno en un ambiente favorable para el desarrollo de la enfermedad.

La selección de germoplasma en el CNPT/EMBRAPA se ha efectuado en condiciones de campo bajo inoculación artificial del patógeno, con mezclas de virulencias (cepas), realizadas en días de alta humedad relativa en el aire. La evaluación de la intensidad del ataque de la enfermedad es hecha en base al progreso de la enfermedad en la planta (escala Saari-Prescott modificada) y el porcentaje de infección en la hoja (*S. tritici*), espigas y nudos (*S. nodorum*). En los últimos años, diversos cultivares han presentado un buen comportamiento para *S. nodorum* y para *S. tritici* (Cuadros 1 y 2).

En la búsqueda de la diversificación genética, se detectaron innumerables fuentes de resistencia en especies afines al trigo y se han identificado algunas entradas de *Aegilops squarrosa* como resistentes en el estadio de plántula. Pero en observaciones de planta adulta, se constató alta susceptibilidad de esas entradas para infección de nudos y espigas, tanto para *S. nodorum* como para *H. sativum*; esto impide el uso de ese material para el programa de mejoramiento genético.

CUADRO 1. Variedades de trigo seleccionadas en el campo bajo infección artificial con *Septoria nodorum*. CNPT/EMBRAPA. Passo Fundo, RS.

VARIEDAD	GRADO DE INFECCION		
	PLANTA (doble dígito)	ESPIGA (%)	Nudo (1-5)
ARTHUR	8/1	0	0
ALVAREZ 110	9/6	5	0
BH 1146	8/7	0	1
BR 3	9/6	10	1
BR 8	9/6	10	2
BR 15	8/5	10	1
CNT 1	8/5	0	0
CNT 8	8/8	1	1
CEP 14	8/3	0	1
CEP 7951	8/6	0	0
CEP 7952	8/5	1	0
CEP 8215	8/6	10	0
CEP 82100	9/4	1	0
CEP 82104	9/6	1	0
CEP 82151	9/6	1	0
COCKER 76-35	6/3	0	0
HADDEN	7/5	5	1
JACUI	8/6	0	0
PF 79185	8/7	0	0
PF 79233	8/6	1	0
PF 79791	9/6	10	0
PF 81330	9/6	1	0
PF 813019	8/7	0	0
TRANSFER	9/7	5	1
CHARRUA (TEST.)	9/9	70	4

CUADRO 2. Comportamiento de variedades de trigo en relación a *Septoria tritici* Rob. ex. Desm., inoculadas artificialmente en condiciones de campo. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, 1983-1985.

VARIEDAD	PORCENTAJE DE INFECCION*			PROMEDIO
	HB**	HB-1	HB-2	
OASIS	0	0	0	0
PF 82300	0	0	12	4
DELTA QUEEN	0	6	30	12
CEP 14	0	18	25	14
COCKER 76-35	0	0	46	15
72-13-7	0	10	45	18
72-82-9	0	6	50	18
PF 82301	0	12	40	20
COCKER 80-12	0	8	55	21
PF 82299	0	25	60	25
LE 2087	3	33	50	28
COCKER 76-22	0	23	66	29
PEL 74142	0	35	90	41
TRINTANI	15	26	90	43
TRINTECINCO	20	40	75	45
HADDEN	13	50	83	48
BR 6	30	56	66	50
BR 5	20	45	95	53
CAMACRANEA	20	45	100	55
B 7908	30	50	90	56
COLONIAS	10	63	100	57
PF 70100	0	70	100	57
PF 82341	15	85	90	63
CNT 1	43	76	100	73
CNT 10 (Test.)	56	93	100	83

* Evaluación realizada en el estadio de grano lechoso.

** HB = Hoja bandera.

ANALISIS DE LA METODOLOGIA UTILIZADA EN TRES VIVEROS INTERNACIONALES DE TRIGO PARA EVALUACION DE RESISTENCIA A *SEPTORIA TRITICI*

L. Gilchrist
CIMMYT, El Batán, México

M.M. Kohli
CIMMYT, Asunción, Paraguay

Resumen

Este trabajo comprende un análisis global de tres viveros de resistencia a Septoria tritici: Vivero de Resistencia a Septoria de Australia (AUSEN), Vivero de Resistencia a Septoria del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y Vivero Internacional de Resistencia a Septoria del Centro Internacional Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (ISEPTON).

Los temas de análisis considerados para cada vivero fueron: objetivos y distribución, escalas de evaluación, constitución y material genético seleccionado como sobresaliente por su resistencia en los últimos años. En el caso del ISEPTON, el grupo de participantes a esta reunión de trabajo hizo sugerencias adicionales; éstas consistieron en cambios en su constitución, evaluación del material en el campo y posterior análisis de los datos recopilados.

Introducción

Esta revisión comprende un análisis general de la metodología usada y un resumen del material más resistente seleccionado en los últimos años en tres viveros internacionales de trigo: Vivero de Resistencia a *Septoria* de Australia (AUSEN); Vivero de resistencia a *Septoria* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), y Vivero Internacional de Resistencia a *Septoria* del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, (ISEPTON).

Vivero de resistencia a *Septoria* de Australia (AUSEN)

Objetivo y distribución

Este vivero fue creado en 1976 y tiene por objeto satisfacer las necesidades del Continente Australiano y Nueva Zelanda, al ayudar en la solución del problema que este patógeno causa en esa área. Sin embargo los lugares de prueba durante los años 1981-86 han ido en incremento a otras áreas; la relación de ellos se indica a continuación:

Continente Australiano y Nueva Zelanda

	1981-1982	1986	1987
Australia del Oeste	(1)	(2)	(3)
Australia del Sur	(2)	(2)	(2)
Victoria, Australia	(2)	(2)	(2)
Nuevo Gales del Sur	(3)	(3)	(3)
Nueva Zelanda	(1)	(1)	(1)

Otros lugares fuera del Continente Australiano son:

*Austria; Zurich (Suiza); California (EUA), CIMMYT (México) y Addis Abeba, (Etiopía).

Constitución

El vivero estuvo formado entre 1981 a 1983 por un grupo de variedades resistentes, otras susceptibles y diferenciales (de Israel) en forma constante, líneas resistentes de nuevo ingreso al vivero y por selecciones con resistencia en el vivero del año anterior.

En 1984 se decidió mantener a las variedades VERANOPOLIS, ISRAEL 493, BOBWHITE"S" y tres líneas resistentes de California en forma constante, y el set de diferenciales de Israel por un año más con el objetivo de analizar los datos de varios años. Este último grupo de variedades se excluyó del vivero en forma definitiva en 1986.

Evaluación

La escala oficial para evaluar *Septoria tritici* corresponde a la escala de Rosielle, pero algunos de los cooperadores están usando además la escala 0-9 de Saari-Prescott para observar el progreso vertical de la enfermedad.

Descripción de la Escala de Rosielle.

0- Inmune (Inm) - No hay formación de picnidios ni síntomas ni moteado por hipersensibilidad.

1- Muy resistente (MR) - No se forman picnidios o existen sólo ocasionalmente, en particular en las lesiones foliares más viejas; moteado por hipersensibilidad en el tejido foliar más reciente.

2- Resistente (R) - Muy escasa formación de picnidios. Pocas lesiones que confluyen, principalmente cerca del ápice de la hoja y en el tejido foliar más viejo.

3- Intermedio (I) - Escasa formación de picnidios. Fusión de lesiones comúnmente perceptible cerca del ápice y en otras partes de la hoja.

4- Susceptible (S) - Moderada formación de picnidios, fusión extensa de lesiones.

Esta escala se limita a evaluar el daño en la hoja bandera y no permite obtener información sobre el desarrollo de la enfermedad en el resto de la planta. Las notas se toman tres semanas después de la antesis, y se incluyen además los datos de altura y días al espigamiento.

A partir de 1984 se desarrolló un sistema para agrupar las variedades según su altura y días a espigamiento (Fig. 1 y 2), lo que permite ponderar la resistencia de acuerdo a estas variables que están influyendo de alguna forma en la expresión del nivel de resistencia.

En este vivero hay un intento por introducir un factor de corrección por efecto de altura y ciclo vegetativo-reproductivo en la expresión de la resistencia.

En cuanto a la duración del ciclo hay que anotar que sólo se toma en cuenta la fase vegetativa (días de espigamiento). La objeción a este punto es que las variedades y líneas varían mucho en duración del ciclo y que estas diferencias pueden ocurrir en la relación días desde la siembra a emisión de espiga o días desde emisión de espiga a madurez, o ambas. Quizás ambas fases sean importantes en el desarrollo de la fase reproductiva convendría dar más peso a esta fase.

Resumen del material genético más resistente seleccionado en los últimos cinco años

En los Cuadros 1 al 5 se señalan las variedades y líneas que se han destacado por su resistencia durante los años 1981 a 1985. A partir del año 1984 se señalan las líneas con valores bajos de la escala y que caen en el grupo R, en contraste con el Cuadro 5 en que se señalan las líneas con valores bajos de la escala y que caen en diferentes grupos por la influencia de las variables altura y días a espigamiento.

Vivero de resistencia a *Septoria* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Objetivo y distribución

Este vivero tiene por objeto principal ayudar a solucionar el problema en las áreas que tienen problema en América del Norte, pero también extiende su cooperación y ayuda a otras localidades donde se presenta la enfermedad que determina que su distribución sea amplia a nivel mundial.

En el Cuadro 6 se encuentran el número de viveros enviados y el número de cooperadores que respondieron con información durante los años 1984-86.

Constitución

Este vivero está dividido en dos partes correspondientes a material de hábito primaveral y material de hábito invernal. Este material incluye líneas seleccionadas por USDA/ARS y comprende material genético generado por las localidades con problemas dentro del país y a material seleccionado de viveros internacionales tales como el AUSEN, ISEPTON y LACOS.

Evaluación

Para evaluar la enfermedad se ha venido usando la escala de dígitos dobles, que combina la altura a que llega la enfermedad (escala Saari-Prescott) y grado de ataque observado hasta esa altura (0=ausencia de manchas; 9=defoliación completa hasta esa parte de la planta). Algunas localidades reportan en forma adicional la relación entre parcelas inoculadas y no inoculadas, expresada en peso de 1000 granos y en número de granos por espiga.

Los datos de peso de 1000 granos y número de granos por espiga entregan información adicional sobre efecto de la enfermedad en estos componentes de rendimiento.

Resumen del material genético más resistente seleccionado en los últimos tres años

En los Cuadros 7 al 12 se incluyen las líneas y variedades que han presentado resistencia durante los ciclos correspondientes a los años 1984-1986.

Vivero Internacional de *Septoria tritici* del CIMMYT (ISEPTON)

Objetivo y distribución

Durante los años de la década de los 60s y principio de los años 70s las manchas foliares causadas por *Septoria tritici* y *S. nodorum* fueron las enfermedades identificadas como las de mayor efecto en los trigos semienanos en las áreas donde estas enfermedades se presentan en forma endémica. El reconocimiento de este problema suscitó un esfuerzo por parte de los programas de mejoramiento contra las enfermedades causadas por las especies del género *Septoria*.

La resistencia generada a través de los programas de mejoramiento comenzó a evaluarse a nivel global en 1970 con el 1er. Vivero Internacional de *Septoria* y continuó con el Vivero Internacional de Observación de *Septoria* (ISEPTON) desde 1971. En este vivero, se incluyen líneas que combinan el alto potencial de rendimiento de los tipos semienanos con la resistencia a *Septoria tritici* encontrada en algunos trigos de Sud-América, especialmente Brasil y en algunos trigos de invierno de la URSS (eg. Kavkaz y Aurora). Estos viveros han ayudado a demostrar que los trigos semienanos originados en CIMMYT en los años 1980s poseen un nivel aceptable de resistencia a *Septoria tritici* en la mayoría de las localidades probadas, y no son completamente vulnerables.

Constitución

Los esfuerzos en mejoramiento han sido exitosos en México debido a la existencia de dos localidades donde *Septoria tritici* es endémica, y una buena presión de inóculo asegura una epidemia severa cada año. Estos lugares están ubicados en El Tigre (Tepatitlán, Jalisco), y Ponzumarán (Patzcuaro, Michoacán). Por facilidad de operación, las actividades de cruzamiento y

selección de las progenies se hacen en Toluca y la selección y evaluación final de las líneas avanzadas se hacen en Pátzcuaro.

El ISEPTON está formado con las líneas y variedades seleccionadas en las tres localidades señaladas anteriormente. El criterio más importante para seleccionar germoplasma con destino al ISEPTON continua siendo la baja reacción a *Septoria tritici*. Sin embargo, se consideran también el tipo agronómico, el potencial de rendimiento y la resistencia a otras enfermedades importantes, tales como roya de la hoja causada por *Puccinia recondita*.

Evaluación

La evaluación de las líneas en el ISEPTON se ha hecho en base a la escala de Saari y Prescott (0-9), pero en algunos casos se está recibiendo información con la modificación de dígitos dobles. La información final corresponde a un promedio de los datos obtenidos de las localidades que reportan lecturas.

Resumen del material genético más resistente seleccionado en los años últimos tres años

De la información recibida se seleccionaron las líneas y variedades con mejor resistencia, las que se incluyen en los Cuadros 13, 14 y 15.

Problemas actuales y sugerencias para mejorar el manejo del vivero

Infección: En algunas localidades existen problemas de niveles de infección excesivamente altos o bajos ya sea, por escasa infección natural o indebida inoculación artificial lo cual enmascara diferencias genéticas. (Localidades 13 y 33 en el Cuadro 16). Esto se puede deber, bien a que en algunas localidades las condiciones de infección natural no son constantes, o bien, a que donde se hacen inoculaciones artificiales se insiste en ellas hasta estados fenológicos muy avanzados del cultivo. Esto último no permite evaluar el avance natural de la enfermedad hacia las hojas superiores.

Evaluación: Actualmente, se está usando la escala 0-9 de Saari-Prescott pero sería conveniente promover la escala modificada de dígitos dobles. Para los cooperadores del Cono Sur esto no sería problema ya que casi todos hacen uso de ello o están en condiciones de hacerlo. El problema es más grave para otras áreas donde no existe un entrenamiento adecuado, lo cual se refleja en lecturas dudosas aún usando la escala sencilla de Saari-Prescott (0-9). Sería adecuado registrar además, de manera simple, el estado fenológico del cultivo en el momento en que se realizó la lectura, para tener un parámetro real de comparación entre las variedades de diferentes ciclos vegetativo-reproductivo (días desde siembra a cosecha) por ejemplo: bastaría agregar a la lectura una indicación como ésta:

F = floración
GA = grano acuoso
GL = grano lechoso

Sugerencias presentadas por el grupo que participó en la reunión de trabajo

Se analizaron los siguientes puntos: revisión de los objetivos, constitución, escalas de evaluación y toma de notas.

Objetivos

Se plantearon como objetivos de este vivero los siguientes:

1. Distribución y evaluación global del material con antecedentes de resistencia a *S. tritici* y *S. nodorum* en un mejor tipo agronómico.
2. Recolección y envío de muestras de *S. tritici* a Holanda para el estudio de distribución de virulencias en las áreas con el problema.
3. Recolección y análisis de datos entregados por los colaboradores, de tal forma que la información obtenida sea de la mayor utilidad para cada cooperador.

Constitución

El vivero ha estado constituido hasta ahora por material seleccionado bajo condiciones de alta infección en Pátzcuaro (Michoacán). Se ha dado importancia además a que este material posea resistencia a roya de la hoja y tenga buen tipo agronómico. Las sugerencias a este respecto fueron que se aumente la presión de selección y se dé como primera prioridad a fuentes de resistencia sin perder el tipo agronómico. Que se mantenga además una presión de selección a roya de la hoja en los materiales seleccionados.

Con respecto a los materiales que lo forman se sugiere que se tome en cuenta la constitución en el futuro por los siguientes grupos:

- I Nuevas selecciones para *Septoria tritici* del material proveniente de CIMMYT en las localidades de Toluca (Estado de México), Pátzcuaro (Estado de Michoacán) y el Tigre (Estado de Jalisco).
- II Nuevas selecciones para *Septoria nodorum* provenientes de Brasil.
- III Mejores líneas provenientes del último ISEPTON del cual se han recopilado los datos y se han analizado.
- IV Grupo constante de variedades resistentes
- V Grupo constante de variedades susceptibles
- VI Materiales provenientes de los Programas Nacionales que muestren buenos niveles de resistencia y sean sugeridos por ellos.
- VII Diferenciales

Las muestras para el estudio global de resistencia a enviar a Holanda se sugiere sean tomados de los grupos IV, III y V en orden de importancia. En el

caso de los materiales del grupo VI se aconseja enviar 500 g de cada línea, los que serán divididos e incluidos en el siguiente ISEPTON.

Evaluación

La evaluación es una de las etapas más importantes, ya que de ello depende la calidad y uniformidad de los datos obtenidos. Esto permite a su vez que de su análisis se obtenga la información más completa y de utilidad inmediata posible. Al respecto se analizaron los siguientes puntos.

1. Escalas

Cambio de la escala de Prescott y Saari (0-9) a la de doble dígito 00-99. Recientemente se ha mejorado la escala con el empleo de dos dígitos donde el primer dígito indica la altura relativa que alcanza la enfermedad y utiliza como medida la escala original de 0-9 de Saari-Prescott. El segundo dígito señala la severidad del daño como un porcentaje medio de enfermedad (severidad) sólo en las hojas infectadas y se expresa de 0-9 ejemplo:

Cobertura del 10% = 1

Cobertura del 50% = 5

Cobertura del 90% = 9

2. Cambio de formato de los libros (columnas)

a) La escala de dígitos dobles será utilizada para *Septoria tritici* y *Septoria nodorum*; en esta última especie para daño foliar. En forma adicional se usarán para *Septoria nodorum*, una escala de 1-5 según evolucione el daño en los nudos y una escala expresada en porcentaje 0-100 para señalar el daño en las espigas.

b) Estados fisiológicos de la planta en que deben tomarse las notas. En el caso de daño foliar (*S. tritici* y *S. nodorum*) las notas deberán tomarse de preferencia en los estados 71 (madurez acuosa), 75 (estado lechoso medio) y 85 (madurez masosa suave) de la escala de Zadoks.

Abstract

This paper contains an overall analysis of three Septoria tritici resistance nurseries: the Australian Septoria Resistance Nursery (AUSEN), the United States Department of Agriculture's Septoria Resistance Nursery (USDA) and the International Maize and Wheat Improvement Center's (CIMMYT) International Septoria Observation Nursery (ISEPTON).

The following topics were discussed for each nursery: objectives and distribution, disease assessment scales, entries included in the nurseries and genetic material selected because of its outstanding resistance in the past few years. Participants at this workshop made additional suggestions in the case of ISEPTON, i.e., changing the entries included in the nurseries, evaluating the materials in the field and analyzing the collected data.

CUADRO 1. Líneas y variedades resistentes a *Septoria tritici* en el Vivero de *Septoria* de Australia (AUSEN VI 1981).

Variedad	Escala Rosielle Media Reacción	Altura
VERANOPLIS	1.8	A
IASSUL (IAS 20)	1.3	MA
(LEE-RL2564 X FR/IAS54) -105	1.8	SE
MIRIAM4/LACHISH 1552-3		
TOUKO JOKIONINEN	1.1	A
FARROLUNGA/2*HERON 23N M'76	1.1	SE
H574-1.2-6 AUS95086	0.6	N
RACINE (CI 13172) AUS95086	1.0	N
77Z379-13-A TINCURRIN*2//GAMENYA/IASUL	1.1	SE
FEC 28-No. 293 x No. 855(80... ISEPTON-127)	1.5	N
B QL 79 LCO15=DR PETC/KEWELL/C3228-65/QUAL41	1.8	SE
B QL 79 MA 021=DR PETC/KEWELL/C3228-65/QUAL41	1.8	SE
8-7455 (90. ISEPTON 188)	1.9	A
SUWON 92	0.9	SE
NAVARRÉ 50 (AUS 5137)	0.9	A
NON PAREIL (AUS 3094)	1.3	MA
HALLORAN 1607 (AUS 14741)	0.9	MA
SK 1350	1.4	MA
CO2477-20=VERANOPOLIS (3*RAC177 (E SR26 OR SR13))	1.9	SE
CI 7800-B20 (MME/AFM) (70. ISEPTON-132)	0.9	SE
PEL 73296(80. ISEPTON 194)	1.2	A
QUALSET 601-20=TADORNA/INIA66	1.1	N
QUALSET 801-4=TADORNA/INIA66	1.1	SE
QUALSET 801-22=TADORNA/INIA66	1.4	SE

R = Resistente MA = Muy Alto (114 cm) SE = Semi Enano (72-86 cm) N = Normal (88-101 cm) D = Doble Enano (65 cm) A = Alto (103-111 cm)

CUADRO 2. Líneas y variedades resistentes a *Septoria tritici* en el Vivero de *Septoria* de Australia (AUSEN VII 1982).

Variedad	Escala Rosielle		Altura
	Media	Reacción	
*VERANOPOLIS	1.2	R	A
*IASSUL (IAS 20)	0.5	R	MA
*FARROLUNGA/2*HERON 23N	0.5	R	SE
BULGARIA 88 (AUS 95079)	0.5	R	MA
COLOTANA (AUS 95080)	0.8	R	MA
*H574-1-2-6 (AUS95086)	0.9	R	MA
RACINE (CI 13172) (AUS95086)	0.5	R	MA
77Z379-13-A TINCURRIN* 2//GAMEYA/IASUL	0.3	R	N
*FEC 28-Nº. 293 X Nº 855 (8vo... ISEPTON-127)	1.0	R	N
PRIMEPI (AUS 5137)	0.8	R	N
CNT8=PEL 1268/69	0.8	R	N
*QUALSET 601-20=TADORNA/INIA66	0.5	R	N
*QUALSET 801-4=TADORNA/INIA66	0.5	R	N
*QUALSET 601-95=NUDIF TP250/INIA66	0.8	R	N

* Segundo año con valores bajos.

R = Resistente MA = Muy Alto (114 cm) N = Normal (88-101 cm) A = Alto (103-111 cm) SE = Semi Enano (72-86 cm) D = Doble Enano (65 cm)

CUADRO 3. Líneas y variedades resistentes a *Septoria tritici* en el Vivero de *Septoria* de Australia (AUSEN VIII, 1983).

Variedades	Escala Rosielle	
	Media	Reacción
77 Z 374-13-2 TINCURRIN *2//GAMENYA/IASUL	0.7	R
*77 Z 374-13-2 TINCURRIN *2//GAMENYA/IASUL	0.7	R
FEC 28-Nº.293 X Nº.885 (8º. ISEPTON 177)	0.9	R
VEERY"S" (12º. ISEPTON-54)	0.8	R
BOBWHITE"S" (12º. ISEPTON-54)	0.9	R
**NAVARRE 50 (AUS 5137)	0.5	R
KVZ-K4500.L.A. 4 (9º ISEPTON 159)	1.0	R
IAS 20-PATO (8th ISEPTON 159)	1.0	R-MR
CO 2477-20	1.2	R-MR
C2112	1.3	MR-R
WAL"S" x 3/WRT238.5/JN (AUS 17075)	1.0	R-MR
J9137/67=TRINTANI X2/RULOFEN (8º. ISEPTON 148)	0.8	R-MR
DESCONOCIDO-FROCOR (8º. ISEPTON 138)	0.8	R-MR
**QUALSET 601-20=TADORNA/INIA66	0.7	R
**QUALSET 801-4=TADORNA/INIA66	1.0	R
QUALSET 601-68=CLEO/INIA66	0.7	R
**QUALSET 601-95=NUDIF TP250/INIA66	0.8	R

* = Segundo año con valores bajos.

** = Tercer año con valores bajos.

R = Resistente R-MR = Resistente - Moderadamente Resistente MR-R = Moderadamente Resistente - Resistente

CUADRO 4. Líneas y variedades resistentes a *Septoria tritici* en el Vivero de *Septoria* de Australia (AUSEN IX, 1984).

Variedades			
CO 2466-209 VER/6*RAC177	1.2*	4	R
C82-747.4 TNT 6-TCL/2*OX//C	1.7	2	R
C2112 TNT6 (TCL)2/* OXLEY	1.6	4	R
H570.71-IAS20(2) X FEL-ART	1.8	4	R
BANKS	1.3	2	R
M3087	1.3	4	R
M3265	1.5	4	R

* = Escala Roseille

R = Resistente

CUADRO 5. Líneas y variedades resistentes a *Septoria tritici* en el Vivero de *Septoria* de Australia (AUSEN X, 1985).

Variedad	Media	Grupo de altura y emisión de espiga	Grupo de resistencia (reacción)
CO910-204 MILLEWA/TOSCA	1.1**	7	MR
CO2466-209 VER/6 RAC177	1.3	3	MR
WHAN120*1 BOB/IAS-H567.71)	0.7	2	VR
#13*1-5 MILL 3/AUSEN 4-27	1.6	3	MR
WHAN 144 4 MM MMC47S 15/BOBW	1.2	3	R
WHAN 549 AV/MUL/SK/ND/PF 70126	1.1	6	MR
WHAN 09* 172 (AG/4*C)/(LEE-RL)	1.0	3	R
BAGE-HORK"S" x ALDAN"S"-71	1.0	6	MR
KVZ-GV x TITO"S"-78	1.1	3	R
CARIFEN x KAL-BB/NACO Z-87	1.0	5	R
IAS58-IAS55 x ALS/MGA-128	1.2	3	R
IAS20(2)-H567.71 x PEL-ART	1.5	3	MR
H570.71-IAS20(2) x PEL-ART	1.2	1	R
IAS20-H567.71 (11o. ISEPTON-141)	1.6	6	MR-MS
M3087-8 FARR/H//2*C/3/QUAR S	1.3	9	MS
M3087-24 FARR/H//2*C/3/QUAR S	1.0	7	MR
M3389 M2256//FLD/3*K/3/M2293	1.0	7	MR
M3895 M2256//FLD/3*K/3/M2293	0.7	7	R-MR
WW 722 M2053 (FAR/H)/2*P44	0.7	8	VR
WW 725 M 2512 (FH//2C)/2*P44	1.0	8	VR
WW 729 M 2512/2*P44//BANKS	0.7	3	VR
WW 730 M2512/(FH//2C)/2*P44	1.1	3	R
CARIFEN 12	0.9	4	R
BARI 7466	1.1	8	MR
M3087	1.0	7	MR
QUALSET 0060/30135	1.3	2	R
CO737-4 ISRAEL 493/LANCE	1.2	6	MR
CO 2448-23-3 DRP/3* BAY	1.2	6	MR
CO 2454-2-5 LEONE/3* BAYON	1.1	3	R
SUN 107 A	0.8	7	R
QT 3394	1.1	7	MR

* = Segundo año con valores bajos

**=Escala Rosielle

VR = Muy Resistente; MR = Moderadamente Resistente; MS = Moderadamente susceptible; R = Resistente

CUADRO 6. Vivero de *Septoria*, USDA: número de líneas incluidas en cada vivero y resultados recibidos, 1984-86.

Año	Localidades		No. de líneas
	Viveros enviados	Información recibida	
1984	23	20	64
1985	21	19	53
1986	18	16	54

CUADRO 7. Variedades y líneas resistentes a *Septoria tritici* para seis localidades, media de infección, lectura mayor obtenida y efecto de la enfermedad en el peso de 1000 granos (USDA, 1984).

No.	Variedades de Invierno	Media de infección	Lectura mayor	Relación control/inoc. x 100
1	YAMHILL (TESTIGO)	25*	64	99
2	COBER.78-28	38	53	125
3	DN2258	23	43	120
4	DT8	26	52	85
5	DT81	37	43	95
6	DX235	26	64	122
7	DX269	29	63	101
8	DX365	29	77	103
9	EA7	31	64	101
10	EA8	31	63	98
11	EA9	33	53	98
12	EA18	23	53	94
13	H5-74-1-2-6	32	45	85
14	JCR11	28	63	92
15	JCR37	32	76	96
16	JCR79	28	63	88
17	JCR204	37	75	111
18	JCR493	32	43	100
19	JCR979		53	101
20	YAMHILL (TESTIGO)	36	76	98
21	OR7996	25	52	106
22	7010/79	34	64	100
23	6976-346	25	54	75
24	71-1000-11	26	65	97
25	81-IWWMN 2024	26	64	106
26	81-IWWMN 2083	31	76	92
27	81-IWWMN 2084	27	64	90
28	81-IWWMN 2085	20	43	97
29	81-IWWMN 2091	28	65	96
30	81-IWWMN 2092	33	65	95
31	81-IWWMN 2093	25	64	95
32	81-IWWMN 2094	26	73	104
33	81-IWWMN 2082	27	63	104

* Escala (00-99)

1er. dígito: Escala de Saari-Prescott para expresar avance vertical de la enfermedad (0-9)

2do. dígito: Daño al follaje a la altura de infección expresada por el 1er. dígito (0-9).

CUADRO 8. Variedades y líneas resistentes a *Septoria tritici* para cinco localidades media de infección, y lectura mayor obtenida y efecto de la enfermedad en el peso de 1000 granos (USDA, 1985).

No.	Variedades de Invierno	Media de Infección	Lectura mayor	Relación control/Inoc. x 100
1	YAMHILL (TESTIGO)	34*	55	97
2	JCR 11	34	38	111
3	JCR 655	32	55	111
4	81 IWWMN 2083	28	55	95
5	81 IWWMN 2093	40	43	110
6	81 IWWMN 2094	38	65	117
7	81 IWWMN 2095	28	49	99
8	COKER 76-35	34	55	98
9	DX 365	38	76	93
10	HILL SN SEL.	34	55	99
11	HILL ST. SEL	34	65	101
12	82 IWWMN 2019	34	56	121
13	82 IWWMN 2057	36	54	103
14	82 IWWMN 2066	20	54	100
15	82 IWWMN 2045	18	49	100
16	82 IWWMN 2048	42	55	96
17	82 IWWMN 2051	38	66	100
18	82 IWWMN 2076	38	60	95
19	82 IWWMN 2109	46	70	90
20	YAMHILL (TESTIGO)	44	76	98
21	71-10 12	38	65	93
22	INTRO 436 492	36	61	99
23	COKER 80-12	36	61	103
24	DX 217	34	55	97
25	DX 355	40	72	94
26	EA 13	38	61	110
27	EE 1	32	55	95
28	EE 8	34	67	99
29	ZG 7581/83	40	66	101
30	ZG 8085/83	42	68	98

* Escala (00-99)

1er. dígito: Escala de Saari-Prescott para expresar avance vertical de la enfermedad (0-9)

2do. dígito: Daño al follaje a la altura de infección expresada por el 1er. dígito (0-9).

CUADRO 9. Variedades y líneas resistentes a *Septoria tritici* para siete localidades media de infección y lectura mayor obtenida y efecto de la enfermedad en el peso de 1000 granos (USDA, 1986).

No.	Variedades de Invierno	Media de Infección	Lectura mayor	Relación control/Inoc. x 100
1	YAMHILL (TESTIGO)	53*	75	-
2	COKER.78-28	53	87	104
3	DT81	64	86	108
4	DX269	53	86	103
5	DX365	64	88	91
6	EA 8	53	65	101
7	EA 9	54	66	107
8	JCR493	55	76	101
9	CR979	43	67	109
10	OR7996	63	85	115
11	7010/79	53	86	102
12	PAL/TF103	43	65	92
13	VIRTUE	64	74	84
14	STRUBES 2	45	76	98
15	SI 5	55	76	99
16	84 SSRN 5	53	85	118
17	84 SSRN 22	33	86	98
18	84 SSRN 33	54	78	113
19	PAYNE	64	77	102
20	WKP 3528	64	88	105
21	ZG 5015-82	53	86	96
22	ZG 5037-82	64	66	102
23	LONJA	74	88	103
24	MT 7926	54	87	80
25	OK 79257	53	86	108
26	OK 80268	63	87	97
27	OK 81295	53	77	108

* Escala (00-99)

1er. dígito: Escala de Saari-Prescott para expresar avance vertical de la enfermedad (0-9)

2do. dígito: Daño al follaje a la altura de infección expresada por el 1er. dígito (0-9)

CUADRO 10. Variedades y líneas resistentes a *Septoria tritici* para seis localidades media de infección, lectura mayor obtenida y efecto de la enfermedad en el peso de 1000 granos (USDA, 1984).

No.	Variedades de Invierno	Media de Infección	Lectura mayor	Relación control/inoc. x 100
1	FORTUNA (TESTIGO)	34*	72	96
2	DU 75	30	22	98
3	FLECH D'OR	34	42	90
4	ISEPTON IX 150	38	54	103
5	PAT 72152	42	49	104
6	PAT 72180	50	53	101
7	SOLAR	52	66	100
8	74-130-8	58	65	101
9	73-92-8	58	59	91
10	AUS 40	56	54	97
11	AUS 42	46	67	86
12	AUS 88	40	54	100
13	DO 20	38	56	103
14	EA 6	38	82	104
15	EMBRAPA 6	44	60	101
16	FT ELLIS 97335	32	48	111
17	FT ELLIS 97336	46	48	113
18	LACOS III 144	46	48	99
19	LACOS III 228	54	51	97
20	FORTUNA (TESTIGO)	58	72	107
21	LACOS III 262	46	55	113
22	TAU 2308	48	66	97
23	83 ISWPMN 2015	38	40	98

* Escala (00-99)

1er. dígito: Escala de Saari-Prescott para expresar avance vertical de la enfermedad (0-9)

2do. dígito: Daño al follaje a la altura de infección expresada por el 1er. dígito (0-9).

CUADRO 11. Variedades y líneas resistentes a *Septoria tritici* para cinco localidades media de infección, lectura mayor obtenida y efecto de la enfermedad en el peso de 1000 granos (USDA, 1985).

No.	Variedades de Primavera	Media de Infección	Lectura mayor	Relación control/Inoc. x 100
1	FORTUNA	59	88	114
2	DG 13	43	56	132
3	EB 3	21	56	72
4	EC 2	33	56	80
5	ESPIGE GRANDE 1	52	87	127
6	ISEPTON IX 150	46	76	95
7	ISEPTON IX 193	52	58	110
8	ISEPTON IX 38	53	87	91
9	ISEPTON IX 50	54	89	80
10	ISEPTON IX 64	28	88	91
11	ISEPTON IX 77	38	87	89
12	ISEPTON IX 85	49	87	100
13	ISEPTON IX 93	50	75	90
14	ISEPTON IX 144	48	78	97
15	PAT 19	45	67	95
16	T. DICOCCUM	26	46	114
17	WARD	34	86	99
18	WEIBUL 7389	39	58	109
19	TAU 81 1203	43	87	80
20	TAU 81 1247	42	66	89
21	FORTUNA (TESTIGO)	34	88	87
22	CI 26496	33	87	88
23	T. TIMOPHEEVI	38	55	135
24	72-9-8	41	66	106
25	72-10-8	33	75	102
26	72-28-7	23	51	120
27	72-29-9	29	75	111
28	81 ISWPMN 2004	35	86	100
29	81 ISWPMN 2019	36	33	89
30	81 ISWPMN 2022	52	86	108
31	81 ISWPMN 3032	41	75	91

* Escala (00-99)

1er dígito: Escala de Saari-Prescott para expresar avance vertical de la enfermedad (0-9)

2do. dígito: Daño al follaje a la altura de infección expresada por el primer dígito (0-9)

CUADRO 12. Variedades y líneas resistentes a *Septoria tritici* para siete localidades media de infección, lectura mayor obtenida y efecto de la enfermedad en el peso de 1000 granos (USDA, 1986).

No.	Variedad de Primavera	Media de Infección	Lectura mayor	Relación control/Inoc.
1	FORTUNA (TESTIGO)	65*	85	110
2	EB 03	64	55	97
3	ESPIGA GRANDE 1	65	43	123
4	ISEPTON XI 50	85	84	114
5	ISEPTON XII 144	75	55	108
6	PAT 19	64	56	100
7	81 TAU 1203	75	77	116
8	81 TAU 1247	63	67	125
9	T. TIMOPHEEVI	54	44	131
10	81 ISMN 2021	64	85	123
11	82 ISMN 2019	33	22	144
12	82 ISMN 2022	85	55	107
13	82 ISMN 2032	74	63	111
14	84 ISMN 2019	53	66	109
15	GLENNSON	74	55	112
16	AUORE	33	32	123
17	SOLO	65	65	116
18	83 LACOS 12	64	87	115
19	83 LACOS 43	75	86	135
20	83 LACOS 58	75	65	182
21	83 LACOS 60	76	54	149
22	83 LACOS 67	75	55	127
23	83 LACOS 71	76	68	123
24	83 LACOS 72	85	85	123
25	83 LACOS 165	75	67	146
26	83 LACOS 215	75	57	129
27	83 LACOS 262	76	56	128

* Escala (00-99)

1er. dígito: Escala de Saari-Prescott para expresar avance vertical de la enfermedad (0-9)

2do. dígito: Daño al follaje a la altura de infección expresada por el 1er. dígito (0-9)

CUADRO 13. Líneas y variedades con mejor comportamiento a *Septoria tritici* en 6 localidades (14avo. ISEPTON).

No.	Variedades o cruzas	Media de Infeción
96	IAS20-H567.71 X IAS20(5) CMH78A.544-7B-1Y-1B-1Y-1B-OY-1PTZ	3.0*
97	IAS20-H567.71 x IAS20(3) CMH78A.544-7B-1Y-1B-3Y-OB-OPTZ	3.0
92	IAS20-H567.71 X IAS20(4) CMH78A.409-3Y-10B-1Y-1B-1Y-0B-OPTZ	3.3
86	IAS20-H567.71 CMH76.480-13Y-5B-1Y-1B-1Y-1B-OY-OPTZ	3.5
109	(BYT/6754.II.1.T-K(2) x BZA) 6754 K68-7PTZ	3.5
112	IAS20	3.5
23	BOW"S" CM33203-K-9M-2Y-1M-1Y-2M-OY-1PTZ	3.7
16	VEE"S" CM33027-F-1M-9Y-OM-97Y-OB-OPTZ	3.8
71	RPS14.68-NAC x DOVE"S" CM53829-N-7M-4Y-2Y-1M-3Y-1M-OY-OPTZ	3.8
98	IAS20-H567.71 x IAS20(5) CMH78A.544-7B-1Y-1B-3Y-1B-OY-OPTZ	3.8
101	IAS20-H567.71 x IAS20(4) CMH79.243-1Y-5B-4Y-1B-OY-OPTZ	3.8
105	IAS20-H567.71 x IAS20(4) CMH79A.209-5B-4Y-1B-0Y-OPTZ	3.8
27	BOW"S" CM33203-K-9M-15Y-1M-4Y-3M-OY-OPT	4.0
32	SNB"S" CM34630-D-5M-2Y-3M-3Y-OM-OPTZ	4.0
58	PAT10-ALD"S" x PAT72300/PVN"S" CM49922-1M-2Y-3Y-1M-OY-OPTZ	4.0
79	BOW"S"-NAC CM61755-10Y-5M-1Y-1M-OY-OPTZ	4.0
82	MIRLO"S"-BUC"S" CM61949-12Y-1M-1Y-1M-OY-1PTZ	4.0
91	IAS20-H567.71 x IAS20/IAS 58 CMH78.390-2Y-2B-1Y-3B-1Y-OB-OPTZ	4.0
106	THORNBIRD"S" F11915-A-502M-1Y-1F-701Y-3F-OY-1PTZ	4.0

*Escala 0-9 Saari-Prescott

CUADRO 14. Líneas y variedades con mejor comportamiento a *Septoria tritici* en 15 localidades (15^o ISEPTON).

No.	Variedades	Media de Infección
136	MNL 69	2.8*
133	65150-LDS	3.2
5	CEP7841	3.3
129	WIN"S'-AA"S" CD12454-3Y-11M-1Y-2Y-2M-1Y-0M	3.4
132	WLS	3.5
7	MASCARENHAS	3.5
8	VACARIA	3.6
131	RBC	3.7
135	MHD.TIPP EZ-0Z369 D244-A-2I-1M-0Y	3.7
143	KVZ-K4500 LA4 SW176-3M-1Y-10Y-1M-M-0Y-0PTZ	3.7
6	PEL73151	3.8
27	SNB"S" CM34630-D-5M-5Y-5M-1Y-1M-0Y	3.8
125	TC67	3.8
130	D67,54-4A-9A/JO"S" x RD119-200-4Y	3.8
134	LDS MUT-GTA"S" x GS"S"/LDS MUT-GTA"S" x ROK"S" CD28220-G-1M-2Y-5Y-0M	3.8
137	SCD MUT	3.8
141	COLOTANA CI 13556	3.8
4	PF 71131	3.9
11	KVZ-K 4500L.6.A4 SWO 176-3M-1Y-10Y-1Y-2M-0Y-0PTX-0Y	4.0
124	P68.1468-P-P-I 2.71-74T-1T-2T-0M	4.0
126	CNDO	4.0

* Escala 0-9 Saari-Prescott

CUADRO 15. Líneas y variedades con mejor comportamiento a *Septoria tritici* en 16 localidades (16^º ISEPTON).

No.	Variedades	Media de Infección
108	PF70354/BOW"S" CM67910-17Y-1M-4Y-2M-1Y-1M-0Y	3.5
118	BOW"S"/TAN"S" CM68159-3Y-3M-2Y-1M-0Y	3.5
107	PF70354/BOW"S" CM67910-17Y-1M-4Y-2M-1Y-0M	3.7
114	KVZ/3/TOB/CTFN//BB/4/BLO"S"/5/SNB"S" CM67982-2M-1Y-2M-3Y-03AL/0Y	3.7
66	TI/TOB//ALD"S"/3/VEE"S" CM64845-1M-6Y-2M-2Y-1M-0Y	3.8
109	PF70354/BOW"S" CM67910-17Y-1M-4Y-2M-1Y-2M-0Y	3.8
14	TIR"S"/BOW"S" CM58857-2M-1Y-1M-3Y-1M-0Y	3.9
21	BAGULA"S" CM58123-3M-1Y-3M-1Y-2M-1Y-0M	3.9
54	BOW"S"/ALD"S" CM64690-9Y-1M-4Y-2M-0Y	3.9
55	BOW/TSI CM64691-14Y-1M-3Y-1M-0Y-0PTZ	3.9
62	KAL/BB//MON"S"/3/CNO"S"/ANA//CNDR"S"/MUS"S" CM64767-9Y-3M-3Y-2M-0Y	3.9
68	TAN"S"/BOW"S" CM65078-7M-1Y-3M-1Y-1M-0Y	3.9
127	TOB/CN067//PVN/4/CMH73A.329//CMA72.48/MRC/3/MYNA"S' CM68768-B-1Y-1M-2Y-2M-0Y	3.9
58	BOW"S"/VEE"S" CM64693-6Y-1M-1Y-1M-0Y	4.0
59	BOW"S"/VEE"S" CM64693-6Y-2M-3Y-1M-1Y-1M-0Y	4.0
62	BOW"S"/VEE"S" CM65078-7M-1Y-3M-1Y-2M-0Y	4.0
76	4777 2//FKN/GB/3/VEE#5/4/BUC"S"/PVN"S" CM66684-B-1M-6Y-1M-3Y-1M-0Y	4.0
82	PVN"S"/BOW"S" CM67275-11Y-2M-1Y-1M-0Y	4.0
174	II58.57/MAYA"S">//SLM/3/BUC"S"/TONI CM73764-B-1Y-1M-1Y-1M-0Y	4.0

* Escala 0-9 Saari-Prescott

CUADRO 16. Variación de lecturas en diferentes localidades bajo diferente presión de inóculo (16° ISEPTON).

Entrada No.	L o c a l i d a d e s						
	2	6	10	13	16	33	37
108	2	7	2	2	6	8	7
118	3	3	2	1	6	8	7
107	2	4	2	1	6	8	7
114	5	3	2	1	6	8	8
66	3	5	2	1	6	8	8
109	5	6	2	1	6	8	8
14	5	3	2	1	6	8	6
21	7	5	2	1	7	9	6
54	8	2	1	1	8	8	8
55	8	2	1	1	7	8	8
62	5	5	1	1	6	8	8
68	3	4	2	1	6	8	8
127	0	8	1	2	6	8	5
58	8	4	2	1	7	8	8
59	8	5	2	1	7	8	8
Local check	8	7	3	2	7	8	8
Local check	5	8	2	1	7	8	7
Local check	8	9	3	1	7	8	8

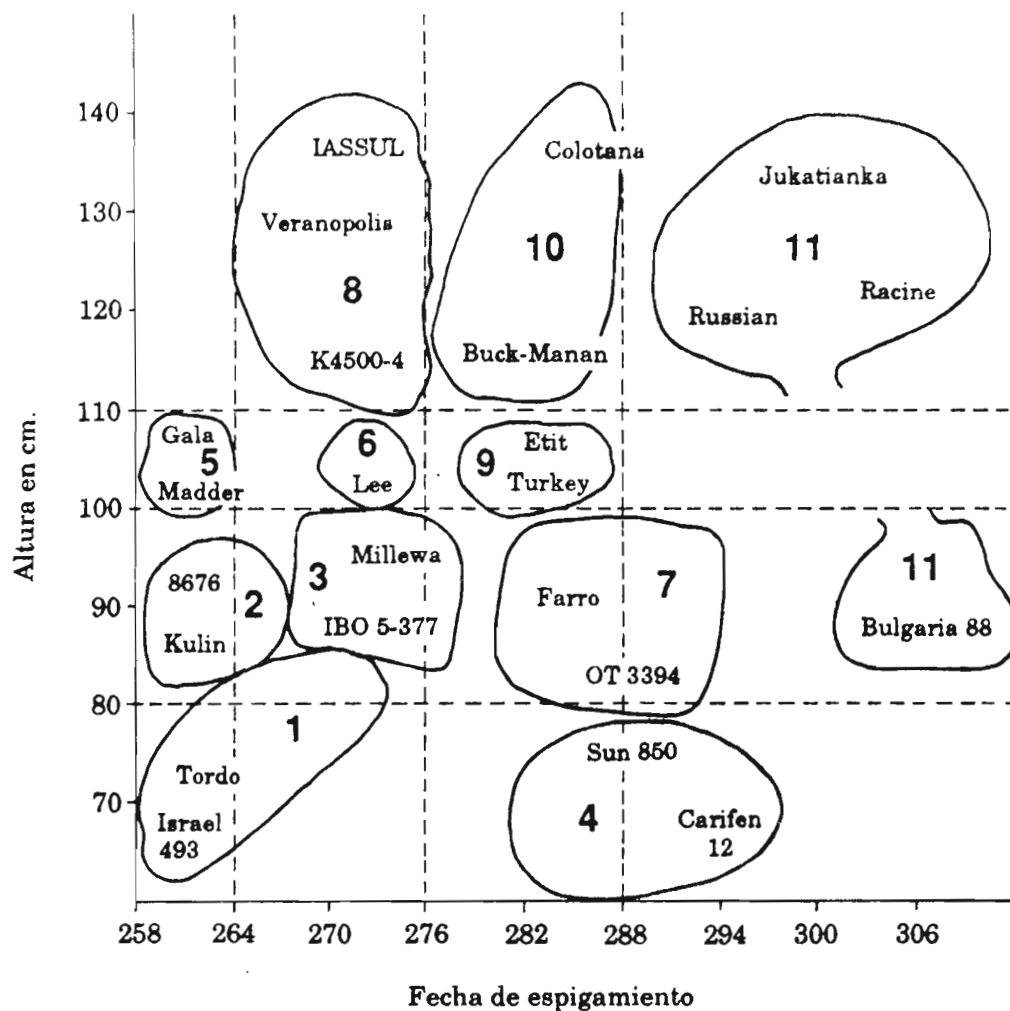


Figura 1. Altura vs fecha de espigamiento.

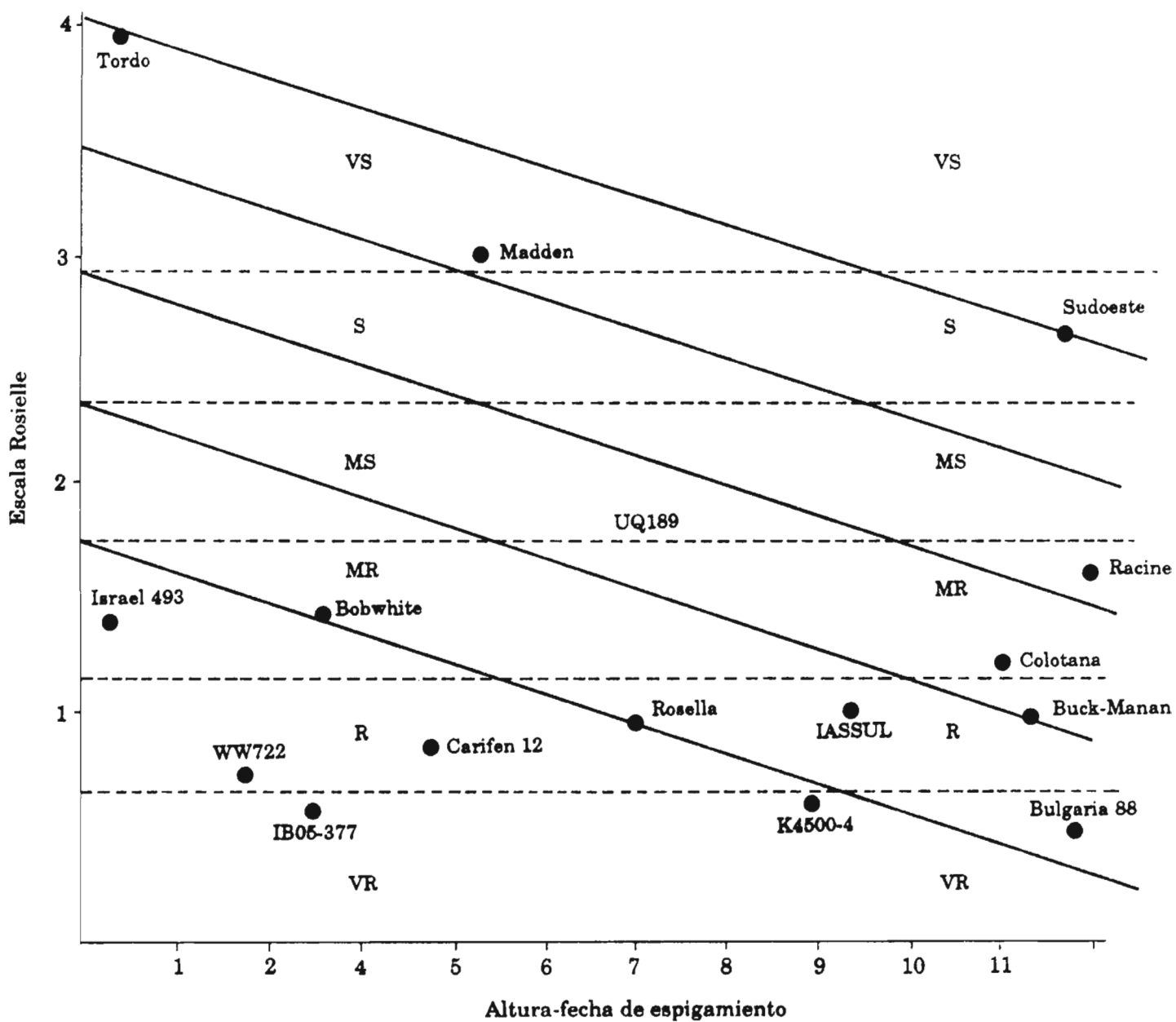


Figura 2. Mancha de la hoja causada por *Septoria tritici* vs grupos altura-fecha de espigamiento.

EVALUACION DE GERMOPLASMA DE TRIGO DEL CONO SUR PARA RESISTENCIA A LA SEPTORIOSIS

L.T. van Beuningen y M.M. Kohli
CIMMYT, Asunción, Paraguay

Resumen

*El vivero LACOS, Líneas Avanzadas del Cono Sur, incluye el mejor germoplasma de trigo de la región. La cantidad y la calidad de las notas recibidas, durante los últimos tres años permitió sacar conclusiones sobre muchas enfermedades, entre ellas la septoriosis, causada por *Septoria tritici*. Lamentablemente no se pudo contar con notas suficientes de *Septoria nodorum*.*

Para un análisis significativo fue necesario hacer ciertas transformaciones a los datos originales y se introdujo un valor relativo de infección, designado el Coeficiente de Infección (C.I.).

Después de comprobar una correlación significativa del coeficiente de infección con la altura y el ciclo de la planta, se definió un parámetro de la resistencia que permite separar los efectos de escape por ciclo tardío y planta alta, de los efectos de la resistencia genética verdadera.

De esta manera se pudo identificar el germoplasma más resistente de la región. Entre ellos figuran algunos materiales con un alto potencial de rendimiento, por ejemplo, los productos de cruzamiento entre trigos primaverales de tipo mexicano y trigos invernales de origen ruso (Kavkaz y Aurora), con la traslocación 1B/1R, cuya contribución para la resistencia a la septoriosis ha sido bien comprobada en la región del Cono Sur.

*Comparando las localidades que enviaron notas de septoriosis se pudo mostrar que La Estanzuela (Uruguay), y en menor grado Pergamino y Balcarce (Argentina) e Hidango (Chile), son los sitios claves para la evaluación de *Septoria tritici*. Para el futuro se sugiere que estas localidades claves incluyan las notas de espigazón y altura de la planta, para facilitar un mejor análisis.*

Sería de gran valor elaborar formas de colaboración que traten de aprovechar estos sitios claves, como un paso en la evaluación del germoplasma.

Introducción

Desde 1981, el vivero LACOS, Líneas Avanzadas del Cono Sur, ha servido como un vehículo para el intercambio y evaluación de germoplasma de trigo, entre diferentes programas de la región. Hasta 1986 el Proyecto Trigo del PROCISUR había delegado la organización de este vivero al programa de trigo INIA-CIMMYT de Chile. Desde ese año en adelante la organización quedó a cargo del programa de trigo MAG-CIMMYT de Paraguay.

Los avances en el germoplasma incluido en este vivero y el incremento en la cantidad y la calidad de las notas tomadas ha resultado un factor positivo durante estos años. Se reciben suficientes datos para poder llegar a conclusiones confiables y precisas sobre el comportamiento del germoplasma especialmente frente a las enfermedades más comunes en la región del Cono Sur, como son las tres royas y, en menor grado, a la fusariosis, y las manchas foliares, como la septoriosis, la helmintosporiosis y otros. Además los datos de altura, ciclo, selección, etc., ayudan a interpretar la adaptación de los materiales en cada localidad.

Desde el inicio del LACOS se han recibido notas de septoriosis de los cuales la mayoría se ha podido considerar en la presentación de los resultados. Hasta la fecha las localidades que tomaron datos de la septoriosis han sido:

Localidad	#informes	Localidad	#informes
Pergamino (Argentina)	6	Montana (EUA)	1
Balcarce (Argentina)	5	Oregon (EUA)	1
Colonia (Uruguay)	4	Texas (EUA)	1
Parana (Argentina)	2	Tel Aviv (Israel)	1
Hidango (Chile)	2	Kenya	1
Toluca (México)	2	Patzcuaro (México)	1
Marcos Juárez (Arg.)	1	Caacupe (Paraguay)	1
Cochabamba (Bolivia)	1	Encarnación (Paraguay)	1
Cruz Alta (Brasil)	1	Mbeya (Tanzania)	1
Sao Borja (Brasil)	1		

Para el presente trabajo se consideraron los datos de los últimos tres años del LACOS, 1984, 1985 y 1986. Cada uno de estos años se pudo considerar lecturas de Septoriosis de cuatro hasta seis localidades que presentaban un nivel de infección moderado o alto.

1984 - Colonia, Pergamino, Balcarce, Toluca;

1985 - Colonia, Pergamino, Balcarce, Hidango, Cruz Alta, Paraná

1986 - Colonia, Pergamino, Balcarce, Hidango, Pátzcuaro.

En la mayoría de las localidades la especie de *Septoria* que predominó fue *Septoria tritici*, aunque en otras no se determinó la especie del patógeno causante de las manchas. Todas las evaluaciones fueron hechas bajo infección natural de la septoriosis.

En este análisis de los resultados se trata de profundizar la interpretación de los datos en comparación a los datos ya reportados en los informes de LACOS. Además de caracterizar el germoplasma por su reacción a la septoriosis se pretende entender la relación entre ésta y el ciclo del material como también con la altura de la planta.

Para la estrategia de mejoramiento se necesita conocer la contribución potencial de la resistencia genética verdadera, que, bajo condiciones severas de septoriosis, podría ser complementado con una cierta dosis de ciclo tardío y porte alto.

El análisis también puede ayudar en la clasificación de diferentes localidades llamadas "hot spots" y si éstas dan origen al germoplasma con mejor nivel de resistencia a la septoriosis.

Metodología de análisis

Para el análisis se consideraron solamente las localidades donde la infección de los materiales más susceptibles alcanzó por lo menos un 60% del máximo de la escala y donde la frecuencia de notas cero era baja, sabiendo que éstas representan casos de escape.

Todas las notas originales fueron entradas en la computadora. En el caso de empleo de escala doble (incidencia-severidad), se entraron ambos dígitos por separado y luego se multiplicaron los dos.

Para poder sacar un promedio equilibrado se dio preferencia a hacer una transformación a las lecturas originales, dividiendo cada lectura por la lectura máxima observada. Este valor relativo se denomina coeficiente de infección (C.I.). Multiplicando este valor por 100 resulta en un porcentaje que es más fácil de manejar.

Los promedios de diferentes coeficientes de infección proporcionan valores más equilibrados que los valores absolutos. También el coeficiente de infección por sí ya es una importante indicación del comportamiento de un material, en comparación al valor absoluto. Una lectura 5/5 es alta cuando la lectura máxima es de 6/6, pero es baja cuando la lectura máxima es de 9/9, lo que se refleja en valores 69 y 31 para el C.I.

Los siguientes parámetros fueron calculados para cada año:

1. Correlación entre las lecturas de diferentes localidades. Esto facilita sacar conclusiones sobre la representatividad de los diferentes sitios de evaluación.
2. Regresión lineal de los C.I. sobre los días a espigazón observado en múltiples localidades.
3. Regresión lineal de los C.I. sobre la altura de las plantas (promedio de múltiples localidades).
4. Regresión lineal de los C.I. sobre la siguiente combinación de días a espigazón y altura de la planta: $\{(2 \times \text{días a espigazón}) + \text{altura de planta (cm)}\}/3$. Se comprobó que la combinación de estas dosis de ciclo y altura tiene una alta correlación con el nivel de septoriosis.
5. La desviación de esta última línea de regresión expresado en unidades de la desviación estándar del valor del C.I. constituye un parámetro importante que permite al máximo una interpretación por sí de la resistencia genética de cada material, eliminando los efectos del escape por ciclo tardío y porte alto de la planta.

Un material con un valor de -2.0 implica que quedaría dos unidades de la desviación estándar por debajo de la línea de regresión lineal, lo que

significa que combina su ciclo y porte con un nivel de infección bien por debajo de lo normal para aquel tipo. Este valor se denominó "Desviación de la línea de Regresión de la Infección sobre la Espigazón e Altura" (DRIEA).

6. Para aquellas variedades que estuvieron incluidas en cada uno de los tres años de observación, se comparó su comportamiento en cuatro localidades que suministraron datos en dos o tres años, para ver la posibilidad de probar la existencia de patogenicidad diferenciada.

Resultados y discusión

Para 1984 se recibieron datos en cuatro escalas diferentes:

Colonia: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/9;
Pergamino: 0/00-9/99,	nota máxima: 9/90;
Toluca: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/7;
Oregon: 0-9,	nota máxima: 9;
Tanzania: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/6;
Balcarce: 0-9,	nota máxima: 8;
Montana (<i>S. tritici</i> en plántula, inoc.art.): 0.0-9.9, máx:9.0	
Montana (<i>S. nodorum</i> en plántula, inoc.art.): 0.0-9.9, máx:9.0	

Los datos de Tanzania, y Estados Unidos no fueron utilizados para los promedios por no tener relación significativa con las lecturas de la región.

El dato de días a espigazón es un promedio de datos de seis localidades, y la altura de planta de 10 localidades.

En las Figuras 1 y 2 se observa una fuerte relación lineal entre días a espigazón y C.I. de septoriosis para los materiales incluidos en el cuarto y quinto LACOS.

Es la combinación de dos causas lo que explica este fenómeno: Tomando la lectura de septoriosis en una sola fecha, los materiales tardíos están todavía más sanos, porque sus hojas son más nuevas y, por otra parte, estos materiales muchas veces se mantienen más sanos porque las condiciones ambientales suelen ser más secas y soleadas después de la espigazón. El primer efecto es un artefacto, el segundo es un mecanismo real de escape a la enfermedad.

En las Figuras 3 y 4 se observa una relación similar, pero más débil entre la altura de la planta y el C.I. de septoriosis para los materiales incluidos en el cuarto y quinto LACOS. Los materiales más altos tienden a ser más resistentes, pero la relación es lo suficiente débil para permitir la selección de los materiales de mejor resistencia entre los trigos semi-enanos.

Las Figuras 5 y 6 muestran que la combinación de las dos características agronómicas puede explicar mejor que cada una por separado la varianza para el C.I. de septoriosis. En estas figuras se puede identificar los materiales sobresalientes: son aquellos que quedan más que una y media unidad de la desviación estándar por debajo de la línea de regresión, o sea que tienen un valor DRIEA menor a -1.5. Los Cuadros 1 y 2 presentan la identidad de estos materiales que se pueden denominar moderadamente resistentes (MR). Hay

materiales de diferentes períodos a espigazón y altura, pero son los mejores materiales comparándolos con germoplasma de su ciclo y altura.

En el Cuadro 3 se juntaron las ecuaciones de las rectas de regresión que caracterizan las relaciones encontradas entre el ciclo, la altura y el nivel de septoriosis para los años 1984 y 1985, relaciones que resultaron semejantes en estos dos años.

Los coeficientes de correlación fueron moderados para la relación entre días a espigazón y el C.I. (0.64 y 0.57 para 1984 y 1985 respectivamente), bajos pero significativos entre altura de planta y el C.I. (0.41 y 0.50), y más altos para la mencionada combinación de altura y ciclo con el C.I. (0.69 y 0.67 respectivamente).

La combinación de altura y ciclo muestra valores de r^2 en la relación con el C.I. de 0.48 y 0.45, lo que significa que casi la mitad de la varianza para el C.I. está causada por diferencias en ciclo y altura, dejando el resto para las diferencias genéticas independientes del ciclo y porte y el error.

Para 1984 y 1985 las líneas de regresión indican que por cada 10 días de incremento en el ciclo del material se espera una reducción de 8 y 12 puntos, respectivamente, en el C.I. Por cada 10 cm de incremento de la altura de la planta se espera una reducción de 4 y 6 puntos en el C.I. para 1984 y 1985 respectivamente.

Para el año 1985 se recibieron lecturas de septoriosis de seis localidades, usando dos escalas de evaluación diferentes:

Colonia: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/9;
Hidango: 0/0-9-9,	nota máxima: 8/8;
Balcarce: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/8;
Paraná: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/8;
Cruz Alta: 0/0-9/9,	nota máxima: 9/8;
Pergamino: 0-9,	nota máxima: 8.

El valor de días a espigazón es un promedio de observaciones en seis localidades y la altura de planta de ocho localidades. Para el cálculo de los promedios del C.I. fueron utilizadas las notas de las seis localidades que tomaron notas de septoriosis.

Para el año 1986 se recibieron lecturas de septoriosis de cinco localidades, usando las siguientes dos escalas:

Colonia: 0/0-9-9,	nota máxima: 8/7;
Hidango: 0/0-9/9,	nota máxima: 8/8;
Pergamino: 0-9,	nota máxima: 8;
Balcarce: 0-9,	nota máxima: 7.
Pátzcuaro: 0-9,	nota máxima: 9;

Para relacionar estas notas con días a espigazón se tuvo el problema de no contar con ningún informe de este dato, y apenas de dos localidades que informaron la altura de la planta. Por esta razón no se pudo hacer un análisis similar al de los años anteriores. Los datos de septoriosis de las cinco localidades mostraron una buena relación entre sí lo que permitió considerar todos para el cálculo del promedio para el C.I.

El Cuadro 4 presenta aquellos materiales que tienen valores bajos de C.I. de septoriosis. Transformando los datos del estado de desarrollo tomados en Uruguay a una escala de ciclo de uno a cinco (precoz a tardío), los datos de la septoriosis se pueden analizar en forma relativa.

El Cuadro 5 da un resumen de los tres años en cuanto a correlaciones entre lecturas de diferentes localidades. Es un poco difícil formar criterios para evaluar una localidad que proporciona notas. Tiene sus limitaciones la validez de comparación de comportamiento de materiales si no siempre el patógeno es el mismo y si en ciertas localidades el mecanismo de escape por ciclo más tardío es efectivo (Hidango) y en otros no lo es (Pátzcuaro), por las características climatológicas.

De los datos presentados se puede apreciar que La Estanzuela, Uruguay, la localidad de esta reunión, resulta ser la mejor localidad para los datos de *Septoria tritici*. Otras localidades clave para la evaluación de *Septoria* en la región han sido Pergamino (Arg.), Hidango (Chile), y en menor grado, Balcarce (Arg.). Lamentablemente, hay localidades en donde las condiciones para septoriosis se presentan casi todos los años pero por alguna razón no se pudo contar con los datos para este análisis, e.j. Passo Fundo (Brasil) o con datos de un solo año, e.j. Cruz Alta, Toluca, Pátzcuaro y Paraná.

Algunas variedades y líneas estuvieron incluidos durante los tres años de evaluación, lo que permite caracterizar mejor su comportamiento en cada localidad. De los coeficientes de infección correspondientes, presentados en el Cuadro 6, se puede observar que la variación entre años dentro de la misma variedad resultó muy grande, a pesar de ser valores relativos. Como consecuencia, es difícil identificar patogenicidad diferenciada.

La única tendencia aparente es el comportamiento diferente de los materiales en Hidango, Chile, Aquí, los materiales tardíos escaparon a la enfermedad, más que en otras localidades, por el clima seco que prevalece de octubre en adelante.

Conclusiones y recomendaciones

1. Es importante mencionar algunas limitaciones de los datos presentados. El germoplasma evaluado no es fijo, sino cambia de un año para el otro. Sería interesante incluir en el futuro un pequeño grupo de variedades como testigos fijos en el LACOS; así permitiría evaluar el año y también la existencia de patogenicidad diferenciada entre regiones. Hubiera sido interesante hacer un análisis del nivel de infección, empleando los datos para espigazón y altura del mismo sitio, en lugar de los promedios. Lamentamos no contar con estos datos.
2. Para llegar a conclusiones confiables sobre resistencia a septoriosis se debe tomar en cuenta solamente las lecturas de aquellas localidades que tuvieron una alta y continua presión de la enfermedad que no permitió muchos casos de escape.
3. En dos de los tres años observados se encontró una alta correlación entre el nivel de infección de septoriosis (C.I.) y los días a la espigazón, siendo los materiales tardíos los de menor ataque. En dos años casi el 50% de la

varianza para el C.I. se pudo explicar por las diferencias en el período vegetativo y en menor grado, el porte de la planta. Para el futuro se sugiere que las localidades consideradas como clave para las lecturas de septoriosis incluyan las notas de espigazón y altura de la planta.

4. A pesar de las correlaciones mencionadas, se identificaron algunos materiales precoces y/o semi-enanos con un buen nivel de resistencia a la septoriosis. Estas excepciones de la regla son los materiales más interesantes. Se destacan varios materiales surgidos de los cruzamientos entre trigos primaverales, de tipo mexicano, con trigos invernales, especialmente materiales con las variedades Kavkaz o Aurora entre sus progenitores. Los dos trigos mencionados, ambos de origen Ruso, tienen una translocación 1B/1R, cuya contribución para resistencia a la septoriosis puede ser de gran interés para la región Cono Sur.
5. Un vivero internacional de este tipo puede ser muy útil para identificar 88 materiales con una amplia base de resistencia. Casi siempre en algunas localidades, donde el vivero está sembrado, se presenta la enfermedad con suficiente severidad. Es importante que el análisis de los resultados sea rápido y un poco más a fondo que los promedios. Los valores del C.I. junto con el dato de días a espigazón son más informativos que los datos absolutos de infección. El valor DRIEA es un parámetro indicador de la resistencia independiente de ciclo vegetativo y del porte del material, que puede ser útil en los futuros análisis.
6. La mayoría de los datos de la septoriosis provienen de la cuenca del Río de la Plata y del Paraná (Uruguay, Provincia de Buenos Aires), la zona costera de Chile, y el altiplano de México, todas las regiones en donde prevalece la septoriosis de la hoja, *Septoria tritici*. Conociendo el potencial destructivo y la importancia de la septoriosis de la gluma, *Septoria nodorum*, sería de gran valor que los sitios clave para esta enfermedad (Rio Grande do Sul y Paraguay) hagan un esfuerzo para generar esta información.
7. La estandarización de las escalas para la evaluación de la septoriosis puede facilitar el procesamiento de los datos. Sería de gran valor adoptar una escala común que pueda indicar la incidencia y la severidad de la enfermedad.
8. Resulta evidente el gran valor de inoculaciones artificiales, aún en sitios "hot spots" para garantizar la infección y poder contar con datos confiables todos los años. Todo este esfuerzo de identificación de materiales resistentes traerá frutos en la medida que haya una cooperación fluida entre todos los colaboradores de la región del Cono Sur.

Abstract

The LACOS (Advanced Lines of the Southern Cone) nursery includes the best wheat germplasm in the region. Thanks to the quantity and quality of the notes sent back in the last three years, certain conclusions were reached with regard to numerous diseases, among them Septoria tritici leaf blotch. Unfortunately, the notes on Septoria nodorum were insufficient.

In order to analyze the data, the original readings were converted to a relative infection value (Coefficient of Infection or C.I.).

Having established the existence of a significant correlation between the coefficient of infection and plant height and growing cycle, a resistance parameter was defined in order to separate the effects of escape due to late maturity and tall plants from the effects of true genetic resistance.

It was thus possible to identify the most resistant germplasm in the region, among them, materials having high yield potential, e.g., products of crosses between Mexican-type spring wheats and Russian winter wheats (Kavkaz and Aurora) that have the 1B/1R translocation and whose contribution to septoria resistance has been amply confirmed in the Southern Cone.

*Upon comparing sites that sent in septoria readings, it became evident that La Estanzuela (Uruguay) and, to a lesser degree, Pergamino and Balcarce (Argentina) and Hidango (Chile), are the key sites for evaluating *Septoria tritici*. It is recommended that in the future notes taken at these sites include heading and plant height readings to facilitate better data analysis.*

Establishing forms of cooperation to take advantage of these key sites would be a very valuable step in evaluating this germplasm.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestros agradecimientos a todos los colaboradores de LACOS por su contribución al intercambio y evaluación de germoplasma a nivel regional.

CUADRO 1. Mejores entradas para resistencia a septoriosis de la hoja, 4° LACOS.

ENT.	Código	Origen	Variación o cruz	ALT	ESP	ALIS	PRI	PCT	FUS	URU	PER	YOL	BAL	SEP	SEPCIAS
44	BF 3579	ARG	USA A IV A/GTA-S*	66	83	77	2	1	1.08	66	60	21	50	49	-3.11
290	IBW 447/81	PARY	MRS//KAL/BB/3/AZ	71	95	87	8	9	-0.80	48	0	42	25	38	-2.86
291	IBW 450/81	PARY	MRS//KAL/BB/3/AZ	69	95	86	4	10	0.31	58	0	37	25	40	-2.80
46	BF 4079	ARG	RABI-S*/FG-S*	71	90	84	2	0	1.75	66	51	44	25	46	-2.50
120	PF 828	BRS H	ALD-S*/2*BH146	85	89	88	32	10	-1.37	0	44	56	25	42	-2.37
289	IBW 446/81	PARY	MRS//KAL/BB/3/AZ	75	95	88	7	9	-0.74	48	0	32	50	43	-2.27
114	PF 81322	BRS H	ALDAN-S*/FF70354	80	94	89	16	1	-0.59	58	29	56	25	42	-2.24
294	IBW 340/81	PARY	DESCONOCIDO	78	99	92	7	5	-0.42	48	0	42	25	38	-2.23
38	TRMU 197-83	CHILE	KVZ/3/BB/CHA// TRM/4/TRMU36-78	79	111	100	19	3	-0.89	33	24	35	25	29	-2.06
293	IBW 202/80	PARY	DESCONOCIDO	72	94	87	4	3	-0.28	38	0	53	50	47	-2.03
36	TRMU 192-83	CHILE	KVZ/3/BB/CHA//TRM/ 4/TRMU36-78	77	111	100	5	2	1.21	41	24	0	25	30	-1.96
45	BF 2079	BRS H	P1945871/BR-S*/FG-S*	72	96	89	2	3	2.20	58	51	21	50	45	-1.96
101	PF 81172	BRS H	LD*5/KVZ	85	96	92	40	5	-0.95	0	37	61	25	41	-1.95
288	IBW 444/81	PARY	MRS//KAL/BB/3/AZ	74	95	88	9	6	-0.74	38	0	53	50	47	-1.90

CUADRO 2. Mejores entradas para la resistencia a septoriosis de la hoja, 5° LACOS.

ENT.	Código	Origen	Varietad o cruz	ALT	ESP	ALES	PBT	PCT	FUS	FPC	URU	BAL	HTD	PAR	PER	SEP	SCLAS
158	CPAC 8144	BRS S	JUR/4/7C/PATO(B)/ 3/LR64/INIA/INIA/BB/5/ANA	92	94	03	6	12	0.13	49	21	18	32	37	62	36	-2.55
163	CPAC 831234	BRS S	BOSSHITE"S"	84	97	93	7	1	-0.15	49	29	15	12	37	87	38	-2.36
246	IBW 67/82	PARY	BOSSHITE"S"	82	99	93	4	4	0.70	62	44	22	22	18	62	38	-2.36
7	BV 9414	ARG	KVZ/CJ 71	94	105	101	8	1	-0.85	0	25	23	18	18	50	27	-2.30
103	IA 807	BRS S	KVZ/K4500L.A.4	97	98	98	22	2	-1.70	44	11	0	18	49	50	34	-2.04
277	LI 59	URUY	KVZ/K4500L.A.4	91	98	96	11	1	-1.20	44	41	22	18	37	62	37	-2.03
247	IBW 72/82	PARY	BOSSHITE"S"	80	99	93	12	0	-0.85	44	44	22	0	49	50	42	-1.97
162	CPAC 831231	BRS S	ICTA SAR82	94	99	97	14	12	1.32	0	38	25	9	37	74	37	-1.89
104	IA 814	BRS S	T ARST./4/TP//CBO/ MO/3/CBO"S"/7C/5/JOB73	92	100	97	12	17	1.37	44	29	0	15	37	62	37	-1.89
227	C-80B226	PARY	BC/BORR"S"//ALDAM"S"	87	101	96	14	3	1.73	55	29	12	0	49	50	39	-1.83
139	LOC 839	BRS S	KVZ/TRM	98	105	103	6	11	-0.11	38	21	23	15	25	50	29	-1.82
190	PF 81230	BRS H	BH1146*3/ALD"S"	108	95	99	37	3	-0.62	44	0	11	54	18	50	35	-1.80
224	C-80B464	PARY	BOSSHITE"S"	86	97	93	9	1	0.97	55	48	15	43	18	87	44	-1.77
96	CEP 8251	BRS H	T ARST./WCRH//PAT24	110	106	107	7	7	-0.31	29	4	3	31	18	62	24	-1.74
189	PF 81218	BRS H	BH1146*3/ALD"S"	104	94	97	31	1	-1.20	44	48	11	31	49	50	39	-1.69
68	PF 82332	BRS H	IBS C3/ALD"S"// GTO/LV-TORBIRO"S"	98	96	97	4	6	-1.20	33	66	12	23	25	74	39	-1.69

CUADRO 3. Relaciones entre ciclo, altura de planta y coeficiente de infección.

1984			
Ciclo - C.I.:	$Y=136.6-0.797X;$	$r^2=.41;$	$r=.64$
Altura - C.I.:	$Y=100.9-0.490X;$	$r^2=.17;$	$r=.41$
$(2*\text{Ciclo}+\text{altura})/3$ - C.I.:	$Y=187.5-1.363x;$	$r^2=.48;$	$r=.69$

1985			
Ciclo - C.I.:	$Y=176.6-1.228X;$	$r^2=.32;$	$r=.57$
Altura - C.I.:	$Y=110.9-0.575X;$	$r^2=.25;$	$r=.50$
$(2*\text{Ciclo}+\text{altura})/3$ - C.I.:	$Y=196.9-0.445X;$	$r^2=.45.$	$r=.67$

CUADRO 4. Mejores entradas para resistencia a septoriosis de la hoja, 6° LACOS, 1986.

ENT.	Variación o cruz	Código	Origen	ALT	Ciclo	FUS	URU	NUD	PAT	PER	BAL	S
84	NB/CEP7956//PEL72380/AYR71	CEP 8283	BRASIL	107	3	30	18	75	33	0	25	30
90	PEL72380/AYR//CEP75336/3/ ALD*S//PF72707	CEP 83115	BRASIL	105	1	38	0	46	44	37	25	30
109	IAS20/TP//PF70100	IA 8248	BRASIL	122	1	32	0	23	44	62	37	33
154	BB/GLL//C371/3/T AEST// KAL/BB	CPAC 831026	BRASIL	98	2	46	14	23	55	37	37	33
16	BB/2*7C//BDFN*S*/6/II- 12300/TOB//CNO*S*	TEMU 318-85	CHILE	70	2	11	0	23	77	50	25	35
106	GA/J9276.67//ALD*S*	PG 8386	BRASIL	135	3	32	32	12	55	50	25	35
191	SN64/KVZ/4/MRS/3/ND/ 2*P101//CA	LI 38	ARGENTINA	105	1	5	0	2	99	37	37	35
17	BB/2*7C//BDFN*S*/6/II- 12300/TOB//CNO*S*	TEMU 319-85	CHILE	70	1	5	0	31	77	50	25	37
15	CC/INIA66//CAL/5/VG7353/3/ FN/PR//CB/4/PC	TEMU 303-85	CHILE	75	1	5	0	31	77	62	25	39
182	LE887/ELUS//BMDU	LE 2122	ARGENTINA	90	3	8	0	3	88	37	74	40
178	PREL/L10//STAR	LE 2092	ARGENTINA	98	5	8	25	12	99	25	37	40
153	KVZ/K4500L.A.4	CPAC 831011	BRASIL	95	2	38	18	15	66	50	50	40
14	CNO//LR/SN64/3/RBS47.51/ 4/KVZ/II//TITO*S*		CHILE	75	1	50	0	54	66	62	25	41
65	LAC5*6/MG	PF 83162	BRASIL	100	2	50	18	62	44	62	25	42
10	KVZ/CJ	V-00015	ARGENTINA	92	5	45	21	23	77	50	50	44

CUADRO 5. Promédios del valor del coeficiente de correlación (r) de lecturas de septoriosis de cada localidad con las lecturas de las demás localidades.

Localidad	País	1984	1985	1986	X
Colonia	Uruguay	0.44	0.39	0.39	0.41***
Toluca	México	0.40	-	-	0.40***
Cruz Alta	Brasil	-	0.35	-	0.35***
Pergamino	Argentina	0.39	0.30	0.29	0.33***
Hidango	Chile	-	0.43	0.19	0.31***
Pátzcuaro	México	-	-	0.30	0.30***
Paraná	Argentina	-	0.29	-	0.29***
Balcarce	Argentina	0.32	0.22	0.28	0.27***
Montana (<i>S. nod</i>)	EUA	0.25	-	-	0.25***
Oregon	EUA	0.15	-	-	0.15**
Montana (<i>S. tri</i>)	EUA	0.12	-	-	0.12*
Mbeya	Tanzania	0.09	-	-	0.09

CUADRO 6. Datos de septoria de algunas variedades y líneas repetidas en los tres años de evaluación y cuatro localidades de observación.

Variedad o línea	Peryamino				Balcaros				Colonia				Hidango			
	84	85	86	X	84	85	86	X	84	85	86	X	84	85	86	X
MARCOS JUAREZ INTA	60	99	87	82	74	31	25	50	88	99	-	94	-	62	98	80
PAVON"S	68	99	-	84	74	25	50	50	77	-	-	77	-	86	86	86
URES	60	74	74	70	74	37	50	54	88	88	42	70	-	-	25	25
VEERY"S" (IBWSN181/80)	60	99	74	78	74	25	62	54	58	88	56	67	-	-	86	86
TITMOUSE"S"	-	74	87	80	50	34	43	42	58	77	44	60	-	52	98	75
HOPOE"S"	36	62	50	49	62	6	74	47	48	77	42	56	-	18	46	32
CHASICO INTA	24	99	50	58	74	18	62	51	38	55	56	50	-	25	23	24
KVZ/CJ 71	-	56	50	53	74	23	50	49	-	23	21	22	-	16	23	20
FINK"S"	78	74	62	71	50	12	74	45	58	48	53	53	-	37	12	25
LIRA"S"	-	87	87	87	50	49	62	54	-	-	84	84	-	62	98	80
TANAGER"S"	68	99	87	85	74	49	62	62	-	99	37	68	-	-	98	98
BOBWHITE"S"	51	62	44	52	74	37	44	52	48	48	40	45	-	32	98	65
OR342//WRR/MS5412/3/ CID/M(BVE 9404/82)	68	87	87	81	74	46	50	57	67	77	49	64	-	31	28	30
H855/3/CC/JUS//JAR"S" (LAJ2082)	44	99	74	72	74	9	50	44	58	88	-	73	-	32	74	53
IAS58/4/KAL/BB//CJ71/ AID (PG82103)	68	87	86	79	99	-	50	74	67	44	49	53	-	43	92	68
PREL/L10//ETAR) (LE 2092)	20	62	25	36	25	25	37	29	33	25	25	28	-	9	12	11

4. LACOS - 1984

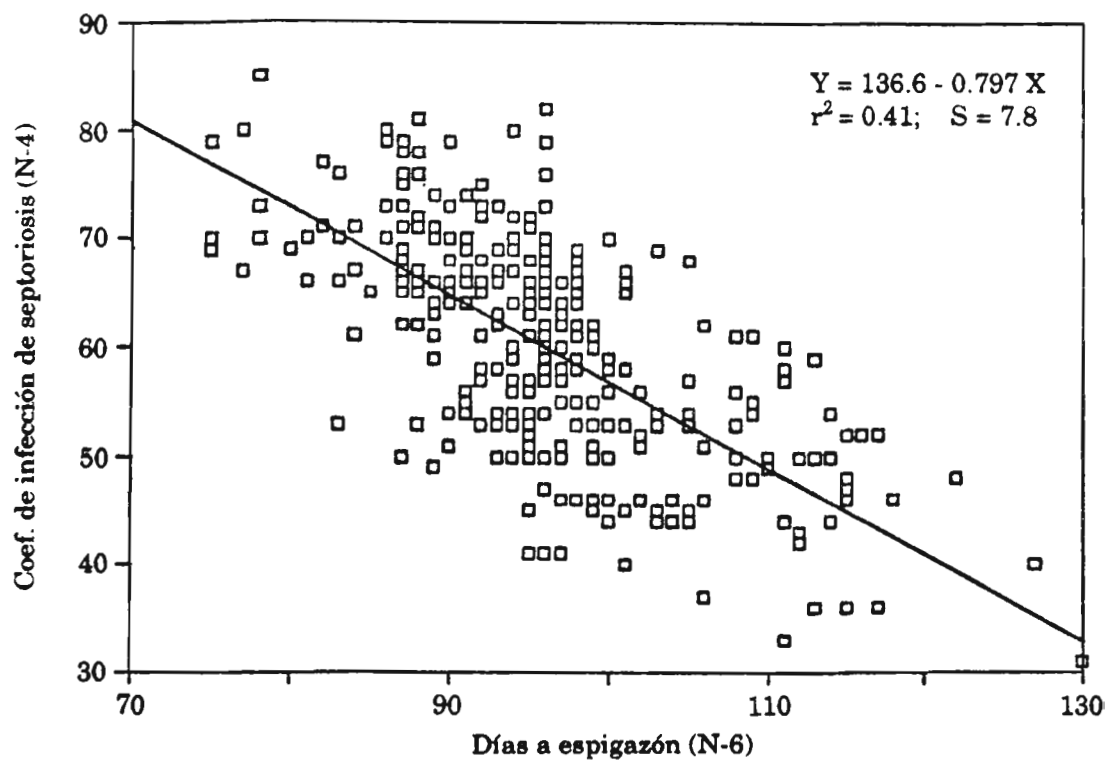


Figura 1. Relación días a espigazón e infección.

5. LACOS - 1985

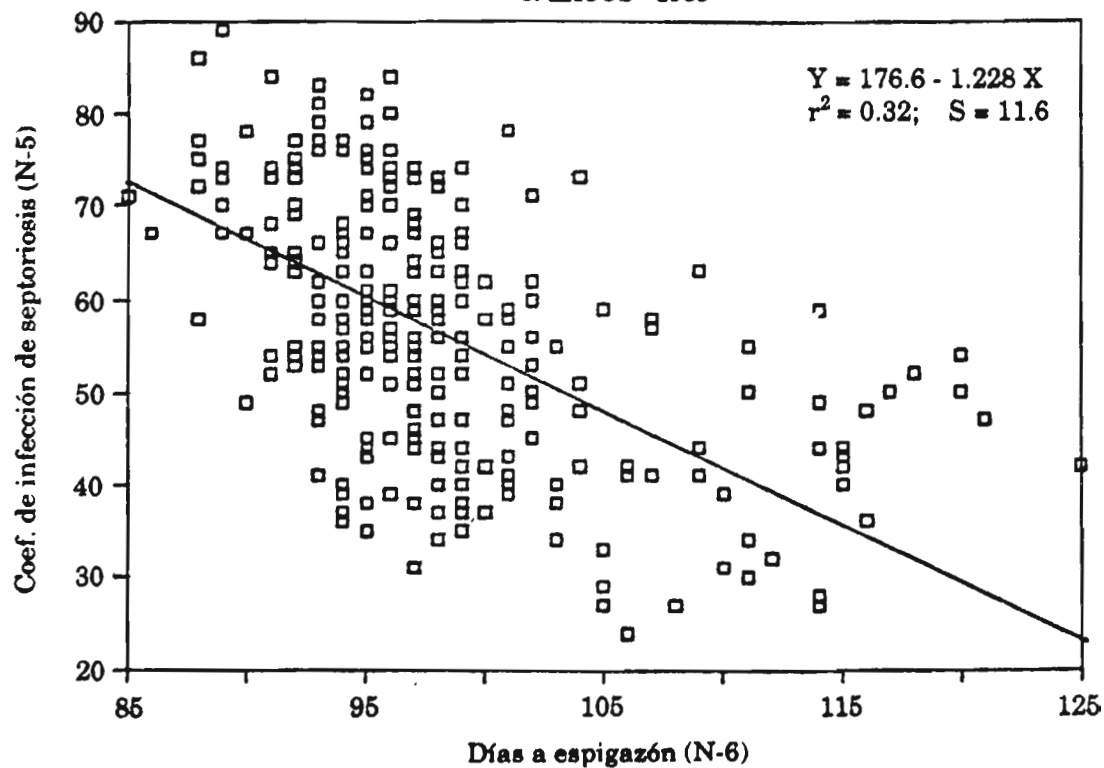


Figura 2. Relación días a espigazón e infección.

4. LACOS - 1984

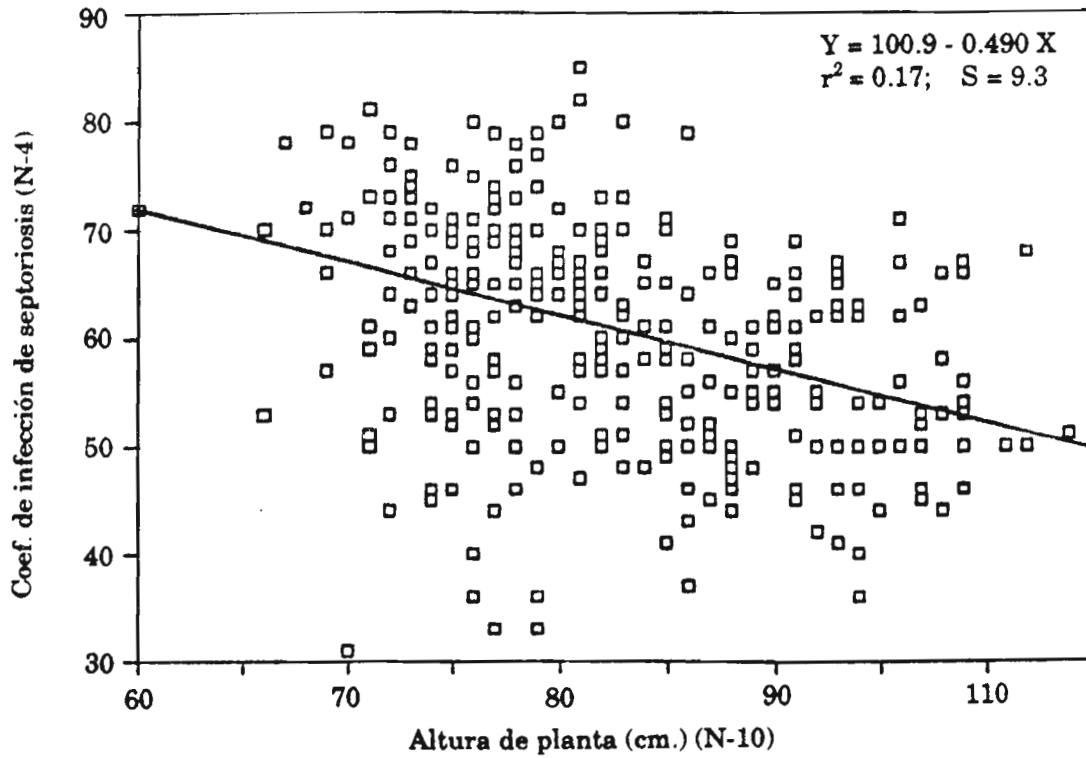


Figura 3. Relación altura de planta e infección.

5. LACOS - 1985

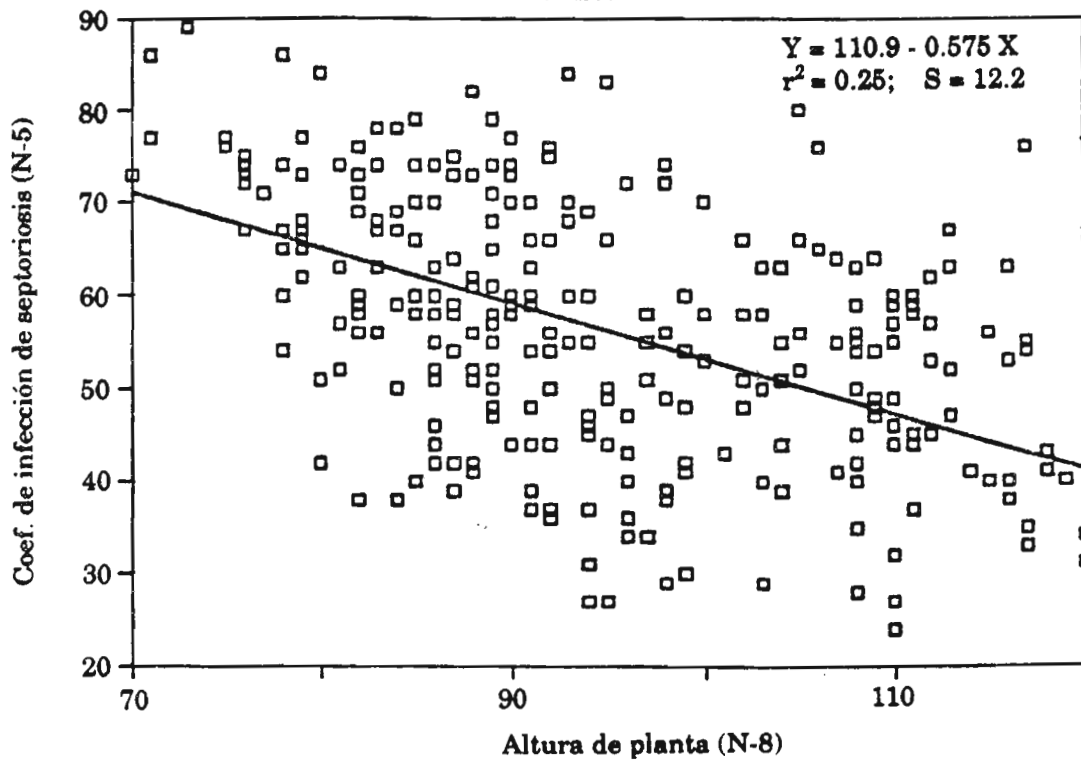


Figura 4. Relación altura de planta e infección.

4. LACOS - 1984

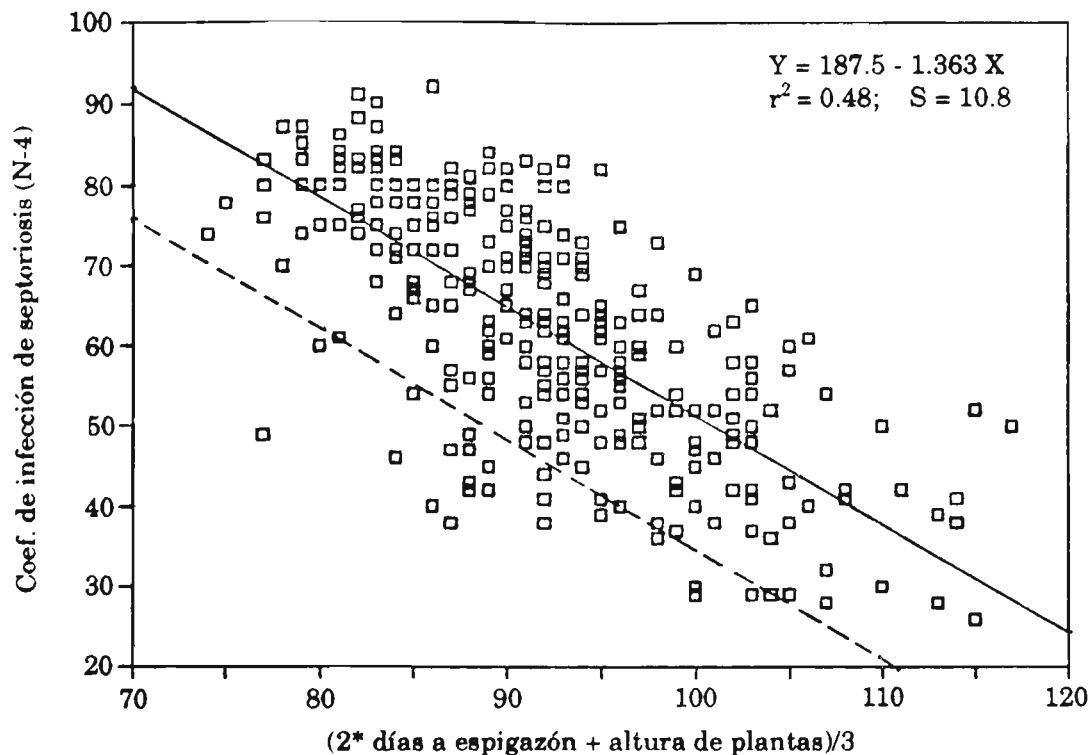


Figura 5. Efecto de altura y ciclo sobre infección.

5. LACOS - 1985

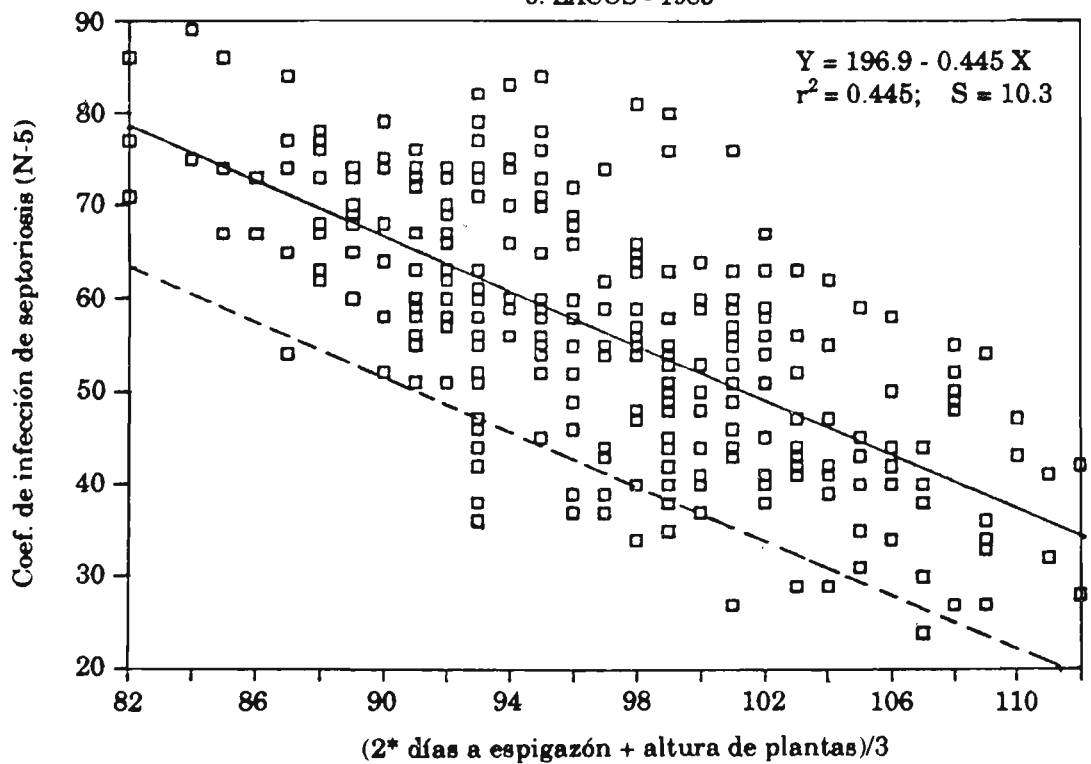


Figura 6. Efecto de altura y ciclo sobre infección.

SISTEMAS DE ALARMA TEMPRANA PARA EPIFITIAS CAUSADAS POR SEPTORIA EN EUROPA

C.H. van Silfhout

Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas
(IPO) Wageningen, Países Bajos

Resumen

Después de la introducción en Europa Occidental, más o menos en 1970, de los productos químicos para proteger contra las enfermedades que atacan al trigo, los agricultores incrementaron la demanda de instrucciones sobre su uso. Como al principio los agricultores no reconocían bien estas enfermedades, las recomendaciones eran sencillas y generales, aunque basadas en ensayos factoriales a través de varios años. Estas recomendaciones resultaban muy eficaces cuando las circunstancias en las que se aplicaban permanecían estables. No obstante, en ocasiones estas circunstancias (por ejemplo, las enfermedades y el clima) cambian; en esos casos, los conocimientos y la experiencia del agricultor y del extensionista también deben tomarse en cuenta.

En años recientes, grupos de investigadores en Europa, especialmente Gran Bretaña, Francia, Alemania y los Países Bajos, han diseñado sistemas de alarma para integrar el acervo de conocimientos actuales y los datos disponibles. La meta principal de dichos sistemas es predecir la posibilidad y severidad de una epifitía de una o más enfermedades. Algunos sistemas también pronostican las pérdidas y las comparan con el costo de la aplicación de fungicidas.

Con el fin de facilitar que los agricultores y los extensionistas usen estos complicados sistemas de alarma, se han desarrollado métodos sencillos para identificar y evaluar las enfermedades. En este trabajo se describe brevemente la mayoría de los sistemas que hoy se usan en Europa.

En general, se utilizan umbrales para pronosticar el desarrollo de una epifitía. Estos umbrales se calculan a partir de datos a través de varios (6-12) años y se relacionan con la lluvia o con la humedad y la temperatura. El sistema empleado en los Países Bajos (EPIPPE) se basa en modelos epidemiológicos y de pérdidas, cuyos componentes constituyen los parámetros que influyen en la tasa de crecimiento relativo de la enfermedad. Dichos componentes son la variedad, la fecha de siembra, el cultivo anterior, el tipo de suelo, el uso de fertilizantes y la región.

Introducción

En los últimos 15 a 20 años se ha observado un rápido aumento del empleo de sustancias químicas para proteger los cultivos de cereales en Europa Occidental. Este fenómeno es el resultado de una serie de factores, como la introducción, en el decenio de 1970, de sustancias químicas eficaces, rendimientos más elevados y la mayor información proporcionada a los

agricultores. Los primeros fungicidas no eran muy eficaces y combatían sólo algunas enfermedades (la roya, el mildiú). Más tarde, se produjeron nuevas sustancias químicas que son más eficaces y tienen aplicaciones más amplias. A medida que aumentó el potencial de rendimiento de las variedades nuevas, también se hizo redituable tratar cultivos que sólo eran vulnerables a un ataque leve o de mediana intensidad, ya que un pequeño porcentaje de daño en un cultivo de alto rendimiento representaría una pérdida considerable de valor.

En numerosos experimentos en campo, se han obtenido datos acerca de la eficacia de distintas sustancias químicas, sus combinaciones y el momento óptimo de su aplicación. No obstante, esta información a menudo es de carácter general y se emplea para recomendaciones a nivel nacional o regional. En una situación más o menos estable y con una presión anual elevada de inóculo, cultivos vulnerables y tiempo favorable, sería muy útil una recomendación general. Sin embargo, si uno o más de estos elementos básicos de alarma no fuera estable (Zadoks, 1984), entonces la aplicación de plaguicidas podría no ser económicamente ventajosa y, además, contaminar innecesariamente el medio.

En Europa Occidental, las variedades nuevas están reemplazando con rapidez a las antiguas, se modifican las prácticas de cultivo y se usan nuevas sustancias químicas. En este caso, quien toma las decisiones (es decir, el agricultor o el asesor) no puede basar su decisión o recomendación en los resultados de ensayos factoriales en el campo. En esas circunstancias, los conocimientos y la experiencia del agricultor y el asesor deben integrarse con los datos disponibles sobre el cultivo, el clima y las enfermedades (Zadoks, 1984; Webster y Cook, 1986). En los últimos años se han creado distintos sistemas que integran los conocimientos existentes, a veces con la ayuda de modernas instalaciones de cómputo.

Sistemas de alarma

Los sistemas de alarma pueden basarse en cada uno de los elementos básicos, el cultivo, la enfermedad y el clima, o en una combinación de dos o tres de estos elementos. Pocos sistemas de alarma usan como único elemento el cultivo o la enfermedad. Sólo el clima se usa a menudo como único elemento básico para los sistemas tácticos de alarma. Si bien los pronósticos sobre la intensidad de la enfermedad basados en las condiciones climatológicas anteriores con frecuencia se acercan notablemente a la realidad, la reducción de numerosos fenómenos biológicos a sólo algunos parámetros meteorológicos es una simplificación excesiva de la complejidad de la naturaleza. En consecuencia, a menudo el cultivo se usa en combinación con el clima. Aspectos tales como los cultivos anteriores, la topografía, la resistencia de las variedades, el empleo de fertilizantes, el tipo de suelo y la época de siembra, están relacionados con la categoría 'cultivo'. Existe un solo sistema de alarma para las enfermedades de trigo en Europa que no incluye el clima como elemento básico, sino que considera únicamente el cultivo y las enfermedades (Zadoks, 1984).

Además del pronóstico sobre la intensidad de la enfermedad que se producirá en ciertas condiciones, algunos sistemas de alarma incluyen también una recomendación para la acción (por ejemplo, aplicar o no fungicidas). Esta

recomendación se basa a veces en una comparación entre la ganancia que se espera obtener con una aplicación y el costo de ésta (Webster y Cook, 1986; Djurle y Jonsson, 1985; Harmuth y Weng, 1987; Rijdsdijk, 1982). A pesar de que los epidemiólogos tienen mucho más conocimientos sobre el inicio y aumento de las enfermedades y los factores que influyen en las curvas de su progreso, el elemento 'enfermedad' no es muy popular en los sistemas de alarma.

Enfermedades de trigo causadas por *Septoria*

Las enfermedades de trigo causadas por *Septoria* más frecuentes son mancha foliar provocada por *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (anamorfo de *Septoria tritici* Rob. ex Desm.) y el tizón de la gluma provocado por *Leptosphaeria nodorum* Muller (anamorfo de *Septoria nodorum* Berk). En regiones o zonas donde siempre predomina sólo una de estas enfermedades, se pueden establecer sistemas específicos para la enfermedad en cuestión, pero, donde las enfermedades se producen juntas o se alternan de un año a otro, es importante conocer los aspectos similares o distintos de esas enfermedades. En primer lugar, sólo los observadores experimentados pueden distinguir entre las dos enfermedades, ya que ambas causan manchas en las hojas, y todavía no se observa la infección en las glumas en el momento en que es preciso aplicar el fungicida. Si bien a menudo se usan en Europa las mismas sustancias químicas para combatir ambas enfermedades causadas por *Septoria* (véase Kema, trabajo presentado en este taller), la necesidad de una aplicación puede variar mucho en las dos enfermedades a causa de las diferencias en el período de latencia, las relaciones severidad/pérdidas, la fuente de inóculo, etc.

Sistemas de alarma para las septoriosis en Europa

Varios grupos de investigadores trabajan en Europa sobre los sistemas de alarma para las septoriosis, especialmente en Alemania, Francia, Gran Bretaña y los Países Bajos. También se examinará brevemente el modelo elaborado en Estados Unidos por Coakly *et al.* (1985), porque algunas de las ideas (Shaner y Finney, 1976) fueron usadas en un sistema británico por Tyldesley *et al.* (1980). Algunos sistemas se basan en cierta correlación retrospectiva de la severidad de la enfermedad con el clima (Coakly *et al.*, 1985; Englert *et al.*, 1983; Jolivet, 1981 y Tyldesley *et al.*, 1980). En estos casos, se comparan varios datos climatológicos (cantidad diaria de lluvia, número de días consecutivos sin lluvia, temperatura máxima diaria, humedad relativa, etc.) con el desarrollo de la enfermedad. Se crean programas para computadoras con el fin de calcular las cifras en distintos períodos de tiempo.

En Alemania, Englert *et al.* (1983) crearon tres modelos para *S. nodorum* a partir de una gran base de datos sobre 90,000 parcelas, obtenidos por el ISPFLANZ entre 1969 y 1979. Dos de esos modelos se pueden usar comparando sencillamente los valores medidos en un caso específico con una gráfica o un cuadro para pronosticar la infección por el tizón de la gluma. El tercer modelo está conectado a una computadora y utiliza la regresión lineal múltiple para pronosticar la infección final a partir de la frecuencia con que se exceden valores específicos de umbral en determinados períodos antes y

después del espigamiento. Los tres modelos usan la humedad relativa a las 14:00 horas y la temperatura máxima diaria como principales parámetros para el pronóstico. Estos modelos no incluyen la relación severidad/pérdida, sino que utilizan umbrales para el plan de acción.

En Francia, Jolivet (1981) empleó el análisis de factores para comparar los datos climatológicos con distintas curvas que describen el desarrollo de la enfermedad causada por *S. nodorum*. Se disponía de datos sobre 19 epifitias ocurridas en 16 años. Las curvas de enfermedad representan la superficie afectada en la primera y segunda hojas, la superficie cubierta por picnidios en esas mismas hojas, la liberación de esporas y la contaminación foliar con esporas. Se usaron la temperatura, la duración y la cantidad de lluvia y la duración de la humedad relativa elevada y de la luz solar para describir el clima. La comparación de las curvas correspondientes a la epifitia 'desconocida' con las correspondientes a diversas epifitias 'conocidas', permite obtener indicadores de la severidad de la epifitia prevista, de acuerdo con la distancia de la curva de esta epifitia con respecto a epifitias 'leves' o 'intensas' de tizón de la gluma. Otro sistema que existe en Francia (Lescar *et al.*, 1983) se basa en el análisis del riesgo básico (condiciones del cultivo) y el análisis del riesgo específico (presencia de la enfermedad).

En Gran Bretaña se han propuesto varios sistemas, desde los muy sencillos a los bastante complejos. Algunos de ellos sirven sólo para *Septoria tritici* (Shaw y Royle, 1986) o para *Septoria nodorum* (Tyldesley *et al.*, 1980), mientras que otros se emplean para ambas enfermedades (Webster y Cook, 1986).

El Servicio de Asesoramiento y Desarrollo Agrícolas (ADAS) promueve el proyecto de Control Dirigido de las Enfermedades (CDE). En este proyecto, se efectúa el rociamiento para combatir las septoriosis entre las ED 39-55 de acuerdo con la existencia de un 'período húmedo', es decir, cuatro días o más con 1 mm o más de precipitación pluvial, o un día con más de 5 mm de lluvia en los últimos 14 días.

En el sistema descrito por Shaw y Royle (1986), los componentes básicos son las concentraciones de inóculo y la salpicadura del agua de lluvia (ver la figura). Si el número de esporas en la ED 30 supera una cantidad crítica, se iniciará la vigilancia de las salpicaduras de lluvia y continuará hasta la antesis (ED 69). Se considera que, en relación con las epifitias, la salpicadura de lluvia es más importante que la humedad foliar (el elemento básico del sistema del ADAS) para la dispersión de esporas. La salpicadura se mide directamente con un dispositivo sencillo que detecta la salpicadura hacia arriba de un colorante acuoso.

Basándose en datos obtenidos entre 1970 y 1975, Tyldesley y Thompson (1980) encontraron que los días con más de 1 mm de lluvia en el período entre mediados de mayo y mediados de junio estaban íntimamente relacionados con la enfermedad que se producía poco antes de la cosecha. Los factores secundarios que conducían a una mayor infección por *Septoria* eran:

En las regiones:

- Días de lluvia que ocurren fuera de períodos seleccionados del calendario
- Infección intensa en el año anterior
- Escasa luz solar en la segunda quincena de mayo y la primera quincena de junio

En los cultivos:

- Dos o más cultivos consecutivos de trigo
- Una variedad susceptible
- Lluvia intensa en la segunda quincena de mayo y la primera quincena de junio (por ejemplo, chubascos con truenos).

Webster y Cook (1986) describen dos sistemas basados en los datos de microcomputadoras, para combatir las enfermedades (incluidas las septoriosis) en el trigo de invierno. Un método (SPRECON) se basa en datos generados subjetivamente sobre la respuesta esperada a una sola aspersión en distintas etapas del desarrollo. El otro método se basa en los datos de alrededor de 120 experimentos efectuados en el período 1979-1982 con una mezcla de fungicidas de amplio espectro, aplicados en cuatro ocasiones tanto en forma individual como en cada una de las combinaciones posibles. Se compara la respuesta esperada de una aspersión, basada en la evaluación del riesgo básico y el riesgo específico de un determinado cultivo, con los costos.

En Estados Unidos, Coakley *et al.* (1985) crearon un modelo para pronosticar la severidad del tizón foliar causado por *Septoria tritici* en trigo de invierno, que se basa en los datos sobre la enfermedad obtenidos durante 12 años. Los parámetros del modelo $y = 147.48 - 3.025X_1 - 2.093X_2$ son el total de días consecutivos sin precipitación entre el 26 de marzo y el 4 de mayo (el espigamiento comienza el 14 de mayo), y el total de días consecutivos entre el 4 de abril y el 3 de mayo en los cuales la temperatura mínima fue igual o inferior a 7 °C. La selección de los parámetros es muy detallada y se usaron diferentes técnicas del análisis de regresión para seleccionar el mejor modelo.

En los Países Bajos, Zadoks (1981) y Rijdsdijk (1982) propusieron un sistema para el manejo de plagas y enfermedades (EPIPARE) con el fin de combatir la roya lineal, que luego fue ampliado con módulos para otras enfermedades y plagas creados por otros investigadores (Rabbinge y Rijdsdijk, 1983). Daamen y Van der Vliet desarrollaron un módulo para las septoriosis. En este módulo se usan distintos modelos epidemiológicos y de las pérdidas para *Septoria tritici* y *S. nodorum*. Como ya se señaló, en el EPIPARE no se emplea explícitamente el clima como elemento básico para el pronóstico, sino que se utilizan el cultivo y la enfermedad. El sistema es para campos individuales y, por consiguiente, requiere datos precisos sobre la enfermedad en el campo en cuestión. Se ha trabajado mucho para crear un sistema sencillo de observación que pueda ser aplicado por el agricultor en forma individual. Después de la estimación del grado de infección en un determinado momento entre la ED 39 (hoja de bandera) y la ED 69 (fin de la antesis), se pronostica el progreso de la enfermedad de acuerdo con tasas de desarrollo relativo (TDR) aplicables para la enfermedad y la etapa de desarrollo. Se corrige el valor de la TDR según la resistencia de la variedad y el empleo de un regulador del desarrollo.

En el modelo de las pérdidas se utilizan las curvas de la enfermedad y el rendimiento esperado. Se comparan las pérdidas calculadas con los costos de una aspersión para recomendar o no que se efectúe la aspersión.

A diferencia de la mayoría de los otros sistemas descritos anteriormente, el EIPRE se ha ensayado en los campos de agricultores en varios países (por ejemplo, los Países Bajos, Bélgica, Suiza, Alemania y Suecia). En general, se ha comprobado que el empleo del EIPRE ahorra por lo menos una aplicación de fungicida y da resultados similares o mejores que los obtenidos con los esquemas ordinarios de aplicación.

Conclusiones

Si bien en los últimos años se han creado varios sistemas de alarma que dan resultados razonablemente satisfactorios, la mayoría de los autores de esos sistemas opinan que aún se carece de conocimientos biológicos reales sobre las enfermedades del trigo causadas por *Septoria*.

Es fundamental conocer los factores que influyen en la dispersión del inóculo desde las partes inferiores del cultivo hacia las superiores (parecen ser importantes la velocidad y el tamaño de las gotas de lluvia y características del cultivo tales como la densidad de siembra), y las posibilidades de infección (se señalan la temperatura, el período de humedad foliar y la humedad relativa como los factores más importantes).

Los datos básicos constituyen otro problema para el desarrollo de un buen sistema. Aun cuando se contara con los conocimientos biológicos, sería difícil registrar los datos sobre el clima, el cultivo y, en especial, la enfermedad, en relación con cultivos individuales. Algunas de estas dificultades han sido resueltas (parcialmente) en el sistema del EIPRE (por ejemplo, el conteo de la incidencia en lugar de las estimaciones de la severidad).

Finalmente, podríamos subrayar que la respuesta a la aplicación de sustancias químicas depende mucho del nivel esperado de rendimiento.

Bibliografía

Coakley, S.L., L.R. McDaniel y G. Shaner. 1985. Model for prediction severity of *Septoria tritici* blotch on winter wheat. *Phytopathology* 75 (11): 1245-1251.

Cook, R.J. 1977. Effect of timed fungicide sprays on yield of winter wheat in relation to *Septoria* infection periods. *Plant Path.* 26: 30-34.

Daamen, R.A. y G. van der Vliet. 1987. Model voor gewone bladvlekkenzietke en kafjesbruin (*Mycosphaerella graminicola* en *Leptosphaeria nodorum*) (en preparación).

Djurle, A. y U. Jonsson. 1985. EIPRE - A computerized pest and disease management system for winter wheat tested in Sweden. *Vaxstkyddsrapporter Jordbruk* 32, 179-189.

Englert, G., A. Mangstl, J. Bergermeier y L. Reiner. 1983. Möglichkeiten einer frühzeitigen Befallsprognose der Spelsenbraune (*Septoria nodorum*) bei Weizen. BASF-Mitt. landbau 1: 3-79.

Harmuth, P. y W. Weng. 1987. Gezielter Pflanzenschutz in Winterweizen mit dem Prognose-Verfahren EPIPARE. Gesunde Pflanzen 39 (10) 409-415.

Jolivet, E. 1981. Prévision de l'importance d'une épidémie de septoriose du blé à *Septoria nodorum*. Agronomie 1 (10), 839-844.

King, J.E., J.E.E. Jenkins y W.A. Morgan. The estimation of yield losses in wheat from severity of infection by *Septoria* species. Plant Pathology 32: 239-249.

Lescar, L., R. Duhaubois y J. Tranchefort. 1983. Choice of herbicides and fungicides for cereals in France: computer programmes to aid decision making. Intern. Congr. Plant Protect. 10 (1): 173.

Rabbinge, R. y F.H. Rijdsdijk. 1983. EPIPARE: A disease and pest management system for winter wheat, taking account of micro-meteorological factors. EPPO Bulletin 13: 297-305.

Rijdsdijk, F.H. 1982. The EPIPARE system. Proc. Brit. Crop Prot. Symp. Decision Making in the Practice of Crop Protection. 65-76.

Royle, D.J., R.J. Cook y A. Obst. 1983. A European approach to forecasting *Septoria* in winter wheat. Intern. Congr. Plant Protect. 10 (1): 173.

Royle, D.J., M.W. Shaw y R.J. Cook. 1986. Patterns of development of *Septoria nodorum* and *S. tritici* in some winter wheat crops in Western Europe, 1981-1983. Plant Pathology 35: 466-476.

Shaw, M.W. y D.J. Royle. 1986. Saving *Septoria* fungicides sprays: The use of disease forecast. Proc. Brit. Crop Protect. Conf. Pests Dis.: 1193-1200.

Tyldesley, J.B. y N. Thompson. 1980. Forecasting *Septoria nodorum* on winter wheat in England and Wales. Plant Pathology 29: 9-30.

Webster, J.P.G. y R.J. Cook. 1986. Knowledge-based microcomputer systems for disease control in winter wheat. F.B.U. Occasional Paper No. 13. Wye College, University of London.

Zadoks, J.C. 1981. EPIPARE: A disease and pest management system for winter wheat in The Netherlands. EPPO Bulletin 11: 365-369.

Zadoks, J.C. 1984. A quarter century of disease warning, 1958-1983. Plant Disease 68 (4): 352-355.

Abstract

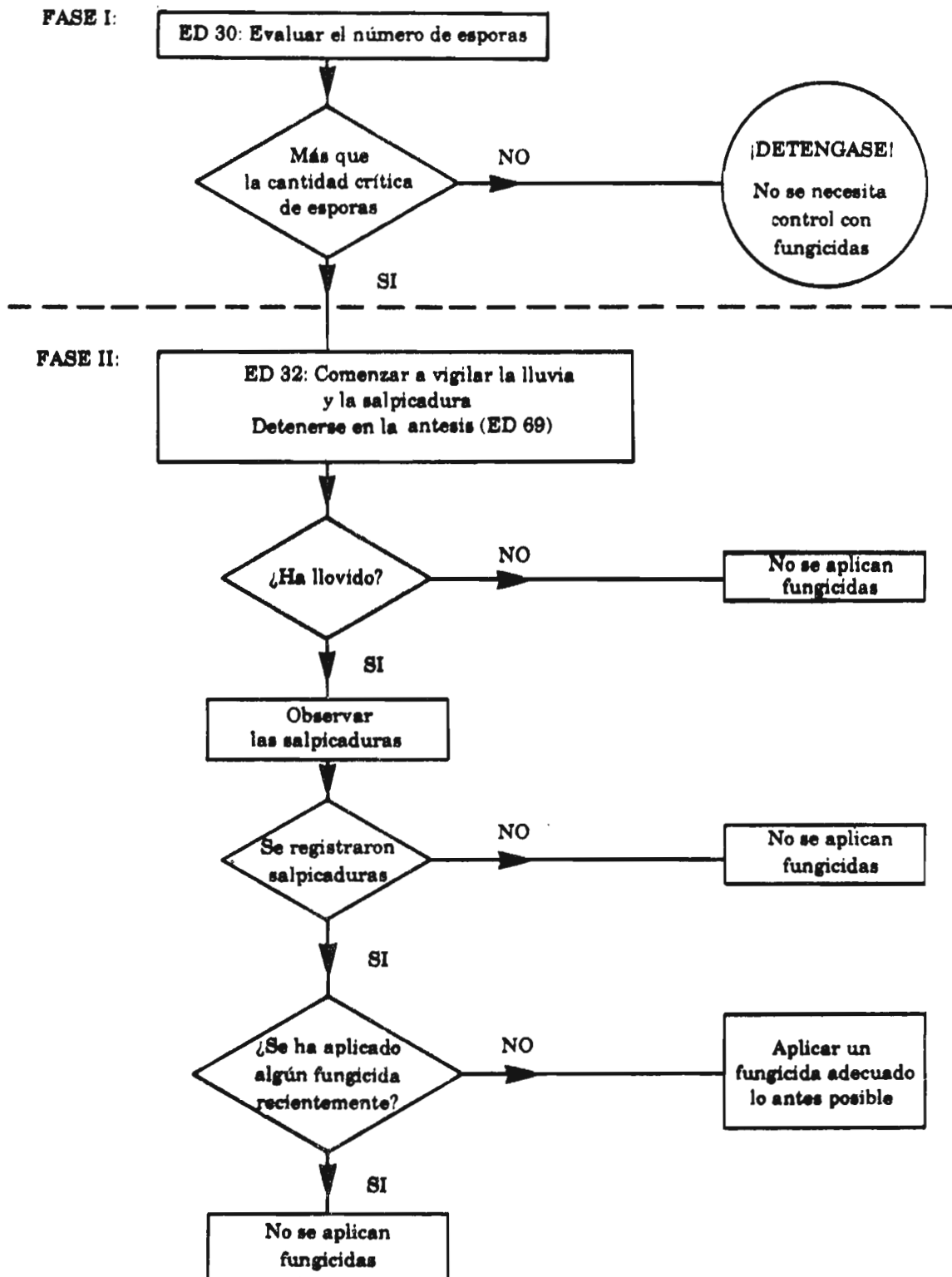
After the introduction in Western Europe of chemicals for protection against diseases of wheat around 1970, farmers increased their demand for advice on how to use these chemicals. Since at first recognition of diseases by European

farmers was limited, recommendations, although based on factorial trials over a number of years, were simple and of a general nature. They proved quite satisfactory when circumstances in which they were applied remained stable. Sometimes, however, these circumstances (i.e. crop, disease and weather) change; in that case, the farmer's and the advisor's knowledge and experience should also be used.

In recent years warning systems to integrate existing knowledge and available data have been developed by research groups in Europe, especially in Great Britain, France, Germany, and the Netherlands. The main goal of warning systems is to predict the possibility and severity of the development of an epidemic of one or more diseases. In addition, some systems also predict the expected loss and compare it with the cost of applying fungicides.

To facilitate the use of more complicated warning systems by farmers and advisers, simple methods have been developed to identify and score diseases. Most systems now used in Europe are briefly explained in this paper.

In general thresholds are used to predict the development of an epidemic. These thresholds are calculated from data over a number (6-12) of years and are related to rain or humidity and temperature. The system used in The Netherlands (EIPRE) is based on epidemiological and loss models whose components are the parameters influencing the relative growth rate of the disease. These components are mainly variety, planting date, previous crop, soil type, fertilizer use and region.



Sistema para predecir la presencia de *S. tritici* (Shaw y Royle, 1986).

EFFECTO DE LA ROTACION DE CULTIVOS EN LA OCURRENCIA DE MANCHAS FOLIARES DE TRIGO

A.M. Prestes
CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, Brasil

El complejo de manchas foliares causadas principalmente por *Septoria nodorum*, *Septoria tritici* y *Bipolaris sorokiniana* y asociadas a la pudrición común de raíces, reduce significativamente el potencial de rendimiento del cultivo de trigo. El efecto sobre la aparición de manchas foliares de la rotación de cultivos por periodos superiores a dos años -recomendada para el control de la pudrición común de raíces de trigo- no son totalmente conocidos.

Con el objeto de determinar el efecto de esa práctica sobre la aparición de manchas foliares, se estableció el cultivo de trigo continuo y con intervalos de 1, 2 y 3 años, en rotación con avena negra. En cada tratamiento, se evaluó el número de hojas infectadas, el número de lesiones por hoja y el periodo de sobrevivencia de los patógenos en la paja de trigo.

La aparición de *S. tritici* y *B. sorokiniana* fue esporádica y de intensidad muy baja en los tres años de conducción del ensayo. Entretanto, *S. nodorum* ocurrió con mayor intensidad, permitiendo su evaluación.

La presencia de *S. nodorum* en la paja de trigo sobre la superficie del suelo, fue detectada desde enero hasta el cultivo siguiente (Figura 1). No hubo diferencias significativas entre los distintos periodos de rotación y el trigo continuo. Tanto el número de propágulos por gramo de paja (Figura 2) como el porcentaje de rastrojo infectado (Figura 3) permanecieron en índices elevados hasta la última evaluación, comprobando que el patógeno es capaz de perpetuarse fácilmente en la misma área. Entretanto, cuando la paja infectada fue enterrada, la presencia de este patógeno sólo fue detectada hasta abril (Figura 1).

El número de hojas infectadas y el número de lesiones por hoja fueron significativamente más altos en el tratamiento de trigo continuo que en los tratamientos de rotación con avena negra, que no difirieron entre sí. Esas diferencias sólo fueron encontradas en las primeras evaluaciones. Posteriormente, la infección se generalizó debido a la despersion de patógenos entre plantas y entre parcelas.

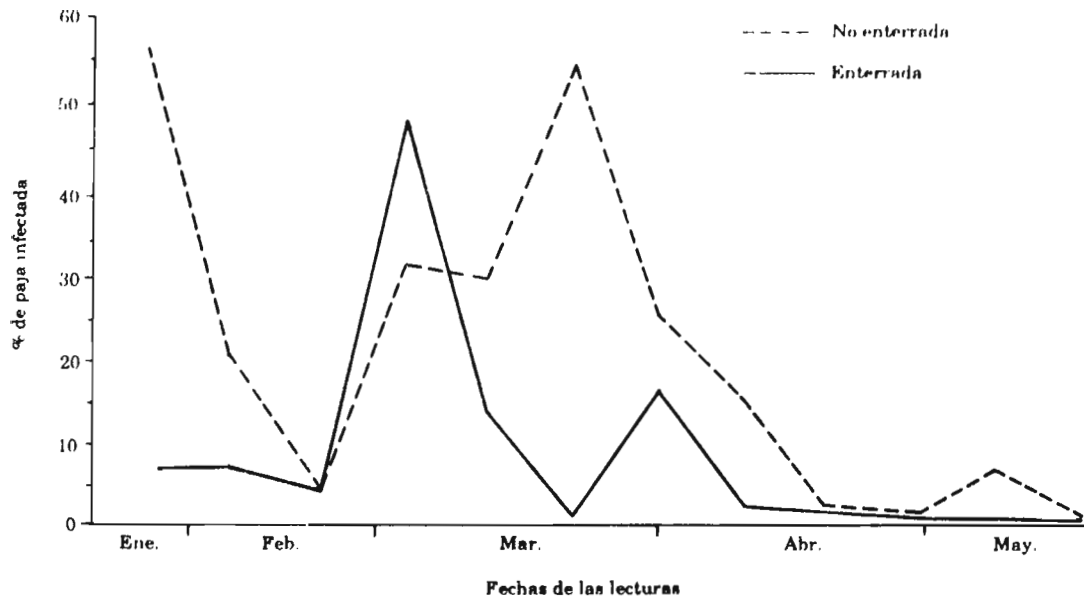


Figura 1. Sobrevivencia de *Septoria nodorum* en la paja de trigo en dos condiciones de cultivo en el campo, CNPT/EMBRAPA, 1987.

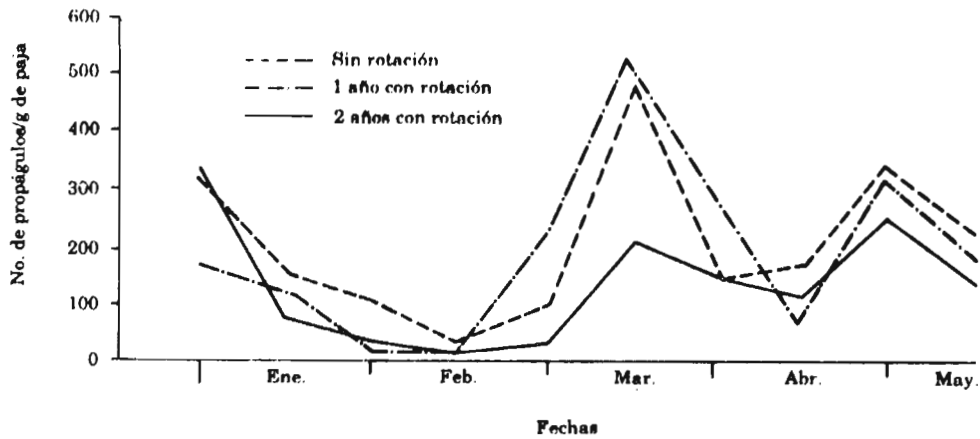


Figura 2. Efecto de la rotación en la densidad del inóculo de *Septoria nodorum*, CNPT/EMBRAPA, 1987.

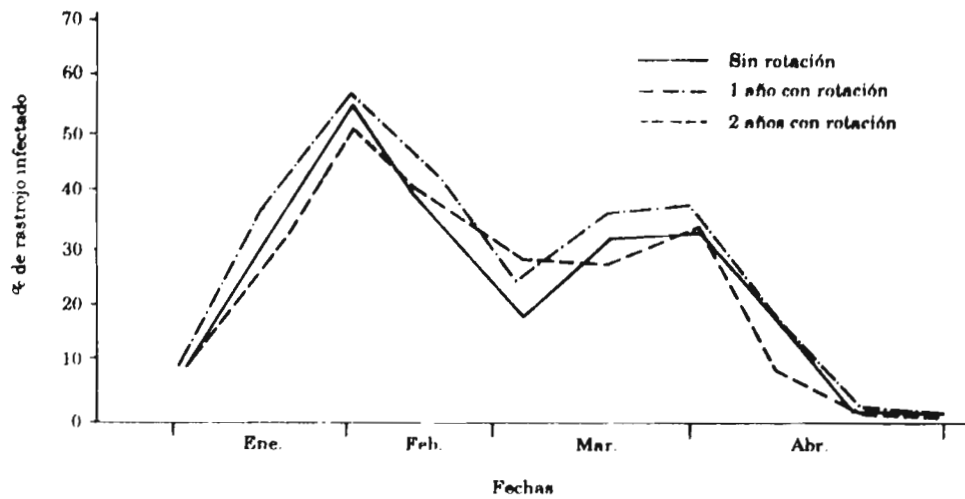


Figura 3. Efectos de la rotación en el porcentaje de rastrojo de trigo infectado con *Septoria nodorum*, CNPT/EMBRAPA, 1987.

CONTROL QUIMICO DE *SEPTORIA TRITICI*

A. Galich, M.V. de Galich y A. Legasa
Estación Experimental Agropecuaria INTA
Marcos Juárez, Argentina

Resumen

La septoriosis de la hoja es una de las principales enfermedades de trigo en las regiones húmedas y sub-húmedas de Argentina. En los años con primavera muy lluviosa y fresca las pérdidas causadas por ésta pueden alcanzar niveles de 60% del rendimiento.

Los estudios de control químico durante 1984-86 para septoriosis muestran resultados exitosos logrados con los triazoles.

Dependiendo de las condiciones climáticas y la severidad de la epidemia se observó interacción entre fungicida y año. En este trabajo se examinan los resultados del control sobre el rendimiento y otros caracteres agronómicos.

Introducción

La septoriosis de la hoja (*Septoria tritici*) y la roya de la hoja (*Puccinia recondita*) son las enfermedades foliares más frecuentes en las zonas húmedas y subhúmedas de la región triguera argentina tradicional.

La mayoría de los cultivares comerciales de alto rendimiento poseen un buen nivel de resistencia a la roya de la hoja, característica que aún no ha sido satisfactoriamente alcanzada respecto a *S. tritici*. Este factor de vulnerabilidad de los cultivares se pone de manifiesto en años de primavera muy lluviosa y fresca, en que esta enfermedad puede producir pérdidas de rendimientos que en ataques muy severos pueden alcanzar el 60%. De ahí la necesidad de intensificar las tareas de mejoramiento para incorporar resistencia genética a este patógeno y también la de disponer, como alternativa, de medios de control químico.

En este aspecto en la última década se han desarrollado fungicidas sistémicos de buena eficacia para el control de *S. tritici*, algunos de los cuales han sido experimentados en la EEA Marcos Juárez en los tres últimos años y cuyos resultados se presentan en este trabajo.

Materiales y métodos

Los ensayos se condujeron en el campo experimental, de muy buena fertilidad e infección natural de *S. tritici* durante los años 1984, 1985 y 1986.

El cultivar utilizado fue Chaqueño INTA, susceptible a *S. tritici* y *Puccinia graminis* y moderadamente resistente a *P. recondita*. Es de ciclo intermedio a largo, con un período de llenado de grano bastante lento, entre 43 y 45 días y un bajo peso de mil granos, de alrededor de 30 g en condiciones normales.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 5 repeticiones y parcelas de 1,40 x 5,5 m, considerándose 5 m² a la cosecha.

Los fungicidas probados en los distintos años, así como las dosis de los productos formulados, se presentan en el Cuadro 1. Las aplicaciones se realizaron en una sola oportunidad, con una excepción en el año 1984 y con la adición de un coadyuvante. Se utilizó una mochila de presión constante (30PSI) con un caudal de agua equivalente a 260 l/ha.

Las variables rendimiento y peso del grano se analizaron en los tres años a través del análisis de varianza, aplicando el test de Tukey al 5% de significancia.

En forma conjunta, se analizó la variable rendimiento en los tratamientos comunes en los tres años.

Resultados y discusión

Año 1984 (Cuadro 2)

Las condiciones ambientales en este año fueron poco favorables al desarrollo de la septoriosis de la hoja, produciéndose una infección de moderada intensidad cuando el grano estaba en plena formación. La primera aplicación (propiconazol) se realizó en el estado de crecimiento 39 (escala Zadoks), con leves infecciones en las hojas basales y la segunda, que incluyó todos los tratamientos, en el EC 73 (grano lechoso inicial) con signos en la segunda y tercera hoja por debajo de la hoja bandera.

En la variable rendimiento el propiconazol en dos aplicaciones presentó el mejor comportamiento, seguido del mismo producto en una sola aplicación, solo y en mezcla con mancozeb y de triadimenol + mancozeb.

En la variable peso del grano, los resultados fueron similares, destacándose triadimenol + mancozeb.

Año 1985 (Cuadro 3)

Climáticamente, este año se caracterizó por presentar durante el mes de octubre condiciones muy favorables a *S. tritici* principalmente por las excesivas precipitaciones, 139 mm, distribuidos en 19 días y temperaturas que no superaron en promedio los 17 °C.

La aplicación de fungicidas se realizó en el EC 39 (lígula de la hoja bandera visible) con infección en las hojas basales, que rápidamente alcanzó las hojas superiores debido al ambiente muy propicio. La infección también se presentó, pero con menor severidad, en las parcelas tratadas.

En rendimiento, los tratamientos que mostraron mayor eficacia fueron propiconazol + clorotalonil y propiconazol sólo. Estos no difirieron estadísticamente entre sí y permitieron un incremento de rendimiento sobre el testigo de 158% y 136% respectivamente. Los demás tratamientos tuvieron un comportamiento intermedio no difiriendo del testigo, prochloraz + mancozeb.

El peso de mil granos fue muy bajo, aun en los mejores tratamientos, pues además del efecto de la enfermedad, en los primeros días de noviembre se presentaron varios días de elevadas temperaturas, superiores a los 30 °C, que produjeron el arrebatamiento del grano. El test de Tukey arrojó diferencias muy parecidas a las de la variable rendimiento.

Año 1986 (Cuadro 4)

El ensayo se vio afectado por una persistente sequía que se prolongó hasta el mes de octubre, en que se produjeron moderadas precipitaciones que posibilitaron una infección tardía de *S. tritici*. Las aplicaciones de fungicidas se realizaron en el EC 43 (embuchamiento). En estado de grano pasta blanda (EC 83) se produjo un ataque de *Puccinia graminis tritici* que también fue controlada por los tratamientos aplicados excepto prochloraz que presentó un nivel de infección de 30S, igual al testigo.

El análisis de la variable rendimiento, no detectó diferencias significativas entre los fungicidas, superando al testigo los tratamientos triadimenol + mancozeb y propiconazol + clorotalonil. En peso de mil granos, solamente propiconazol + mancozeb difirió del testigo, el que no tuvo diferencia con prochloraz.

Con los tratamientos incluidos en los tres años de prueba, se realizó un análisis conjunto considerando la variable rendimiento, que mostró una gran interacción de los tratamientos con los ensayos, significativa al nivel 0,01. Por esta razón, las pruebas de comparación entre tratamientos se efectuaron por año separadamente. Este hecho indica que la eficacia de los distintos fungicidas puede estar condicionada por factores tales como intensidad de la infección y momento del ataque máximo respecto al estado de desarrollo del cultivo. Para esclarecer esta interacción se muestra en la gráfica adjunta el efecto exclusivo de los tratamientos corregidos a un nivel medio de rendimiento.

Los años se han ubicado en el eje de las x en orden decreciente según el rendimiento de los testigos, ordenamiento que coincide en sentido creciente con el efecto de la enfermedad en el rendimiento.

Puede observarse en la gráfica que en 1984 el efecto de los fungicidas en el rendimiento fue muy parecido. El análisis estadístico, (CV 4,7%; Tukey $\Delta 5\% = 308$) mostró que ningún tratamiento tuvo diferencias significativas entre sí.

En 1986, (CV 16,4%; Tukey $\Delta 5\% = 658$), triadimenol + mancozeb, triadimenol y propiconazol + mancozeb superaron al testigo. Debe recordarse que en este año la presencia de roya del tallo interfirió en el objetivo de la evaluación y que también la sequía hasta floración provocó un elevado coeficiente de variación en el ensayo, lo que explicaría el deficiente comportamiento del propiconazol.

En 1985, (CV 7,8%; Tukey $\Delta 5\% = 269$) con ataques tempranos y de gran severidad de *S. tritici* exclusivamente, se determinaron tres grupos: el propiconazol superó a los demás tratamientos seguido de un conjunto formado por propiconazol + mancozeb, triadimenol, triadimenol + mancozeb y prochloraz (1 litro), en tanto que el prochloraz (0,8 l) + mancozeb no difirió del testigo.

Se concluye por lo tanto que los fungicidas más eficaces para el control de *S. tritici*, según la información proporcionada por estos ensayos son: propiconazol, triadimenol, (solos y en mezclas con mancozeb) y prochloraz, este último en dosis de un litro por ha.

Debido a que la adición del fungicida de contacto mancozeb no pareció mejorar significativamente el comportamiento de los sistémicos y por el hecho de que en este análisis tanto propiconazol como triadimenol, en mezclas o solos, se probaron en las mismas dosis constituyendo un arreglo factorial, se realizó una subdivisión de la suma de cuadrados tratamientos en el análisis de varianza conjunto, en la que se determinó que la interacción fungicidas sistémicos por mancozeb no fue significativa. Por lo tanto el agregado del producto de contacto no mejora la eficacia de los sistémicos propiconazol y triadimenol.

Abstract

Septoria leaf blotch is one of the major diseases attacking wheat in the humid and subhumid regions of Argentina. In years having a very wet and cool spring season, yield losses caused by the disease can reach 60%.

In 1984-86 studies on chemical control of the disease, excellent results were obtained with the triazoles.

Fungicide x year interaction was observed depending on climatic conditions and the severity of the epidemic. In this paper the results of control on yield and other agronomic traits are discussed.

Cuadro 1. Fungicidas y dosis usadas en control químico de *Septoria tritici*, 1984-86.

T R A T A M I E N T O S	DOSIS POR HECTAREA	AÑOS DE PRUEBA		
		1984	1985	1986
PROPICONAZOL (25%) 2 aplicaciones	0,5 l c/u	+		
PROPICONAZOL (25%)	0,5 l	+		+
PROPICONAZOL (25%) + MANCOZEB (80%)	0,5 l + 2 Kg	+	+	+
PROPICONAZOL (25%) + MANCOZEB (80%)	0,25 l + 2 Kg	+		
PROPICONAZOL (25%) + CLOROTALONIL (50%)	0,5 + 1 l		+	+
TRIADIMENOL (25%)	0,5 l	+	+	+
TRIADIMENOL (25%) + MANCOZEB (80%)	0,5 l + 2 Kg	+	+	+
TRIADIMEFON (25%)	0,5 l	+	+	
TRIADIMEFON (25%) + MANCOZEB (80%)	0,5 l + 2 Kg		+	
PROCHLORAZ (45%)	1 l	+	+	+
PROCHLORAZ (45%) + MANCOZEB (80%)	0,8 l + 2 Kg	+	+	+
SAN 619 (10%)	0,6 l			+
SAN 619 (10%)	1 l			+

Cuadro 2. Control químico de *Septoria tritici*, 1984.

TRATAMIENTOS	INFEC. S. TRI.	REND. kg/ha	INCREM. S/TEST.	TUKEY $\Delta 5\%=160,8$	PESO MIL GRANO	TUKEY $\Delta 5\%=1,40$
PROPICONAZOL-2 APLIC.	81	3504	118,8	a	26,84	a b
PROPICONAZOL	81	3336	113,2	a b	27,29	a b
PROPIC. (0,5 1)+MANCOZ.	81	3312	112,3	a b	26,78	a b
TRIADIMENOL+MANCOZEB	81	3272	111,0	a b	27,61	a
PROPIC. (0,250 1)+MANCOZ.	81	3260	110,6	a b c	26,78	a b
PROCHLORAZ+MANCOZEB	82	3228	109,5	a b c	26,41	a b
PROCHLORAZ	81	3220	109,2	a b c	26,12	b c
TRIADIMENOL	81	3200	108,6	a b c	24,80	c d
TRIADIMEFON	81	3180	107,9	b c	26,59	a b
TESTIGO	86	2948	100	c	24,58	d

CV: 4,64% CV: 2,5%

Cuadro 3. Control químico de *Septoria tritici*, 1985.

TRATAMIENTOS	INFEC. S. TRI.	REND. kg/ha	INCREM. S/TEST.	TUKEY $\Delta 5\%=160,8$	PESO MIL GRANO	TUKEY $\Delta 5\%=1,40$
PROPICONAZ. +CLOROTALONIL	82	2464	257,7	a	19,90	a
PROPICONAZOL	83	2256	236,0	a	19,21	a b
PROPICONAZOL+MANCOZEB	83	1964	205,4	b	17,43	c d
TRIADIMENOL	85	1892	197,9	b c	17,92	b c
TRIADIMENOL+MANCOZEB	84	1844	192,9	b c	17,25	c d
PROCHLORAZ	87	1708	178,7	b c d	15,47	e
TRIADIMEFON	88	1664	174,0	c d	16,72	c d e
TRIADIMEFON+MANCOZEB	87	1528	159,8	d	15,86	d e
PROCHLORAZ+MANCOZEB	88	1160	121,3	e	13,51	f
TESTIGO	89	956	100	e	12,53	f

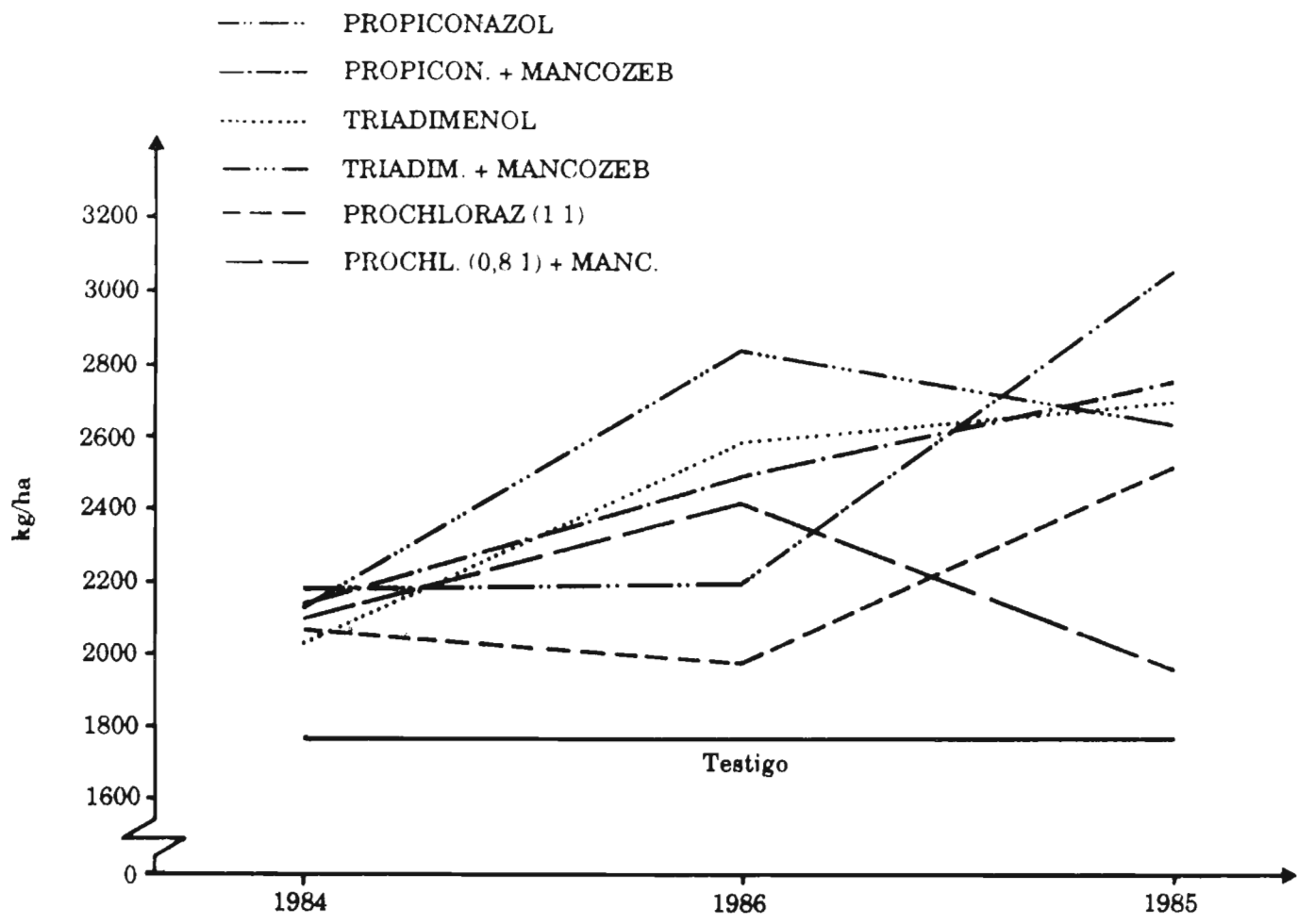
CV: 7,8% CV: 4,6%

Cuadro 4. Control químico de *Septoria tritici*, 1986.

TRATAMIENTOS	INFEC. S. TRI.	REND. kg/ha	INCREM. S/TEST.	TUKEY Δ5%=871	PESO		TUKEY Δ5%=2,19	INF. P.gr tr.
					MIL GRANO	MIL GRANO		
TRIADIMENOL+MANCOZEB	61	2504	174,4	a	24,44	a	b	5 S
PROPICON.+CLOROTALONIL	61	2380	165,7	a	25,95	a	b	5 S
SAN 619 (0,6 l)	61	2264	157,7	a b	25,20	a	b	10 S
TRIADIMENOL	51	2240	155,9	a b	23,70	a	b c	10 S
PROPICON.+MANCOZEB	51	2156	150,1	a b	25,90	a	b c	5 S
PROCHLORAZ+MANCOZEB	71	2088	145,4	a b	23,77	a	b c	10 S
SAN 619 (1 litro)	51	2016	140,4	a b	25,21	a	b	5 S
PROPICONAZOL	51	1888	131,5	a b	23,81	a	b c	5 S
PROCHLORAZ	61	1644	114,5	a b	21,63	a	c	30 S
TESTIGO	81	1436	100,0	b	21,82		c	30 S

CV: 19,8%

CV: 4,3%



Interpretación gráfica de la interacción fungicidas por años.

EVALUACION DE FUNGICIDAS Y SU EFICIENCIA PARA EL CONTROL DE *SEPTORIA* SPP.

N. Neto y N.A. Giordani
CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, RS, Brasil

Resumen

*El trabajo presenta la eficacia de los fungicidas en el control de manchas foliares causadas por *Septoria nodorum* Berk., *Septoria tritici* Rob. ex Desm, y *Helminthosporium sativum* P. K. & B. en trigo, en el Estado de Rio Grande do Sul. Los resultados provenientes del Ensayo Cooperativo de Fungicidas realizado en Cruz Alta en los años de 1983 a 1986, relatan la eficiencia de los fungicidas en cada año y en la media de estos años.*

En todos estos años el cultivar usado fue la IAC 5-Maringa, sembrada en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela midió 12,0 m² de área total útil. Se efectuaron dos aplicaciones de fungicidas, usándose pulverizador de precisión, operando con presión constante de 3,5 atm y 250 l/ha de gasto. Se evaluó el rendimiento de granos y la incidencia de manchas foliares. Estas fueron evaluadas por la Escala de Saari-Prescott modificada, y en 1986 por el porcentaje directo de infección.

El fungicida Propiconazole, en la dosis de 125 g i.a. /ha es el que tiene demostrado mayor eficacia de control. Los fungicidas Flusilazole, Diclobutrazole, Triadimefon asociado a Mancozeb y Triadimenol también presentaron un excelente nivel de control. Los tratamientos Mancozeb + Trifenil Acetato de Estaño, Diclobutrazole + Fempropemorph, Triadimefon, Fempropemorph y Mancozeb + Captafol presentaron eficiencia intermedia de control, en cuanto que Triforine, Zineb y Dithianon prácticamente equivalieron al tratamiento testigo.

En la media de los años, el tratamiento testigo presentó rendimiento de granos 25% inferior al obtenido con Propiconazole, evidenciando la importancia de la práctica de control de las enfermedades de la parte aérea del trigo con fungicidas.

Introducción

Entre los factores que influyen negativamente en el cultivo del trigo están las enfermedades, las cuales pueden acarrear grandes perjuicios económicos. El trigo es susceptible a varias enfermedades que atacan la parte aérea de la planta y que encuentran excelente campo para su desarrollo en el sur de Brasil, debido a condiciones favorables del clima. Las enfermedades que sobresalen en Rio Grande do Sul son el oidio (*Erysiphe graminis* D.C.f.sp. *tritici* E. Marchal), la roya de la hoja (*Puccinia recondita* Rob.ex Desm.), la giberela (*Giberella zeae* (Schw). Petch), la helmintosporiosis (*Helminthosporium sativum* P.K. & B.) y las septoriosis (*Septoria nodorum* Berk. y *Septoria tritici* Rob. ex Desm.).

Entre la septoriosis, la *Septoria nodorum* Berk. ha sido aquella con mayor frecuencia de ocurrencia y la que ha causado mayores daños a los campos de trigo, principalmente en años con primavera lluviosa y cálida.

En Rio Grande do Sul se atribuye a las enfermedades fungosas de la parte aérea perjuicios medios de hasta 69% (1). En Paraná el complejo de estas enfermedades causaron pérdidas de rendimiento de granos de hasta 41% (14).

En el estado de Rio Grande do Sul, solamente la helmintosporiosis fue acreditada con una pérdida media de rendimiento de granos, en el período 1979/81, de 18% (2), y la giberela de 44% (11). Trabajos que cuantifiquen el porcentaje de pérdidas de rendimiento de granos debido al ataque específico de septoriosis, entre tanto no son encontrados en el estado.

El control de esas enfermedades puede ser realizado por un conjunto de prácticas agrícolas de efecto profiláctico, como rotación de cultivos, variedades resistentes, etc. Mientras tanto, y especialmente en años de elevada incidencia, el control químico es una de las únicas prácticas capaces de bloquear una epidemia garantizando la estabilidad de producción del cultivo, cuando es usada de acuerdo con las recomendaciones de la investigación (17).

La eficiencia técnica de los fungicidas en el control de las principales enfermedades de la parte aérea del trigo ha sido demostrada en Rio Grande do Sul, a través de diversos trabajos de investigación (6, 7, 8, 9, 12, 13, 15). Evidencia de la interacción cultivar-tratamiento fungicida también ha sido demostrada (3, 4, 5, 10). La eficiencia de algunos fungicidas para el control específico de *Septoria nodorum* Berk. fue demostrada por Prestes (16). La mayoría de los trabajos de investigación mientras tanto relatan la eficiencia de fungicidas en el control de manchas foliares causadas por la incidencia simultánea de *Septoria nodorum* Berk., *Septoria tritici* Rob. ex Desm. y *Helminthosporium sativum* P.K.& B. La mancha foliar causada por *Septoria nodorum* Berk., en cambio se destaca como el más importante, considerando el nivel y la frecuencia de ocurrencia.

En Rio Grande do Sul, los fungicidas han sido oficialmente recomendados para el control de las enfermedades de la parte aérea del trigo desde 1976. Esta recomendación ha sido basada en los resultados de "Ensayo Cooperativo de Fungicidas", conducido por CEP-FECOTRIGO en Cruz Alta, por el CNPT-EMBRAPA en Passo Fundo y por el IPAGRO-SEAGRI en San Borja. En este ensayo son probados los fungicidas recomendados, así como nuevos productos en vías de recomendación.

Se relata aquí la eficiencia de fungicidas en control de manchas foliares en los Ensayos Cooperativos de Fungicidas conducidos en el CEP-FECOTRIGO, en Cruz Alta en los años de 1983 a 1986 considerándose los resultados de cada año y la media de estos años.

Metodología

En todos los años el cultivar usado fue IAC 5-Maringá, sembrado en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. El área total útil de cada parcela fue de 12,0 m². Los experimentos fueron instalados en un área donde el trigo no fue plantado en los últimos tres años, dentro de la época preferencial recomendada para la región, y usándose la densidad de 330 semillas aptas /m². La fertilización de base obedeció a las necesidades indicadas por el análisis del suelo aplicándose además 22,5 kg/ha de N a los 30 días después de la emergencia.

Se efectuaron dos aplicaciones de fungicidas de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo (CSBPT-1986), usándose pulverizador de precisión operando con presión constante de 3,5 atm y 250 l/ha de gasto.

En todos los experimentos se evaluó el rendimiento de granos, el peso por hectolitro, el peso de mil semillas, la incidencia de roya de la hoja (*Puccinia recondita* Rob ex Desm.) y de manchas foliares (*Septoria nodorum* Berk., *Septoria tritici* Rob ex Desm. y *Helminthosporium sativum* P.K. & B.).

En los años de 1983 a 1985 la eficiencia de los fungicidas en el control de manchas foliares fue evaluada a través de la Escala de Saari & Prescott modificada y en el año de 1986 a través del porcentaje de infección en la hoja bandera.

Resultados

Año agrícola 1983

El Cuadro 1 presenta los resultados de rendimiento de granos y la Figura 1 la eficiencia de los fungicidas en el control de las manchas foliares. En este año la incidencia de manchas foliares fue moderada alcanzando en el cultivar utilizado hasta una altura máxima de la hoja bandera.

Aunque hubo una diferencia de 506 kg de granos comparando el tratamiento de rendimiento más alto en relación al tratamiento testigo, no hubo diferencia estadística significativa en cuanto a este parámetro.

De acuerdo con lo expresado en la Figura 1, el grado de incidencia de manchas foliares evidenció la mayor eficiencia de los fungicidas Propiconazol, Diclobutrazol, Triadimefon + Mancozeb, Mancozeb + Captafol, Mancozeb + Trifenil Acetato de Estaño y Mancozeb en el control de éstas.

Año agrícola 1984

El Cuadro 2 y la Figura 2 presentan respectivamente los resultados de rendimiento de granos y la eficiencia de los fungicidas en el control de manchas foliares. En este año la incidencia de manchas foliares fue bastante intensa, aunque a ejemplo del año anterior, la espiga no haya sido alcanzada. Hubo diferencia estadística en el rendimiento de granos, registrándose una diferencia de 456 kg entre el tratamiento de rendimiento más alto y el testigo. La Figura 1 evidencia la mayor eficiencia de los fungicidas Propiconazol, Flusilazol (250 g i. a /ha), Triadimenol + Anilazine, Diclobutrazol, Diclobutrazol + Fenpropemorph y Triadimenol en el control de manchas foliares.

Año agrícola 1985

El Cuadro 3 y la Figura 3 presentan los resultados del año. La incidencia de manchas foliares fue moderada aunque en el tratamiento testigo la evolución de las manchas haya alcanzado la espiga. Hubo diferencia significativa en el rendimiento de granos, con diferencia de 576 kg entre el mejor tratamiento y el testigo. Los fungicidas Propiconazole, Triadimenol y Flusilazole presentaron mayor eficiencia en el control de manchas foliares.

Año agrícola 1986

Los resultados del año son presentados en el Cuadro 4 y la Figura 4. La incidencia de manchas foliares en este año fue moderada. Los tratamientos fungicidas influyeron estadísticamente en el rendimiento, registrándose una diferencia de 469 kg entre el tratamiento testigo y el de mayor rendimiento. Los fungicidas Propiconazol, Flusilazol, Flutriafol, Flusilazol + Carbendazim y Etiltrianol mostraron alta eficiencia en el control de manchas foliares.

Años 1983 a 1985

La Figura 5 presenta la eficiencia media de los fungicidas en el período de 1983 a 1985. El fungicida Propiconazol es el que mayor eficiencia ha demostrado en el control de complejo de manchas foliares, manteniendo a las plantas verdes por un mayor período de tiempo en relación a los demás fungicidas probados. Los fungicidas Flusilazol, Diclobutrazol, Triadimefon + Mancozeb y Triadimenol también presentaron un excelente nivel de control de manchas foliares. Mancozeb y Triadimefon presentaron menor eficiencia de control cuando fueron usados aisladamente que cuando fueron usados en asociación. Los fungicidas Mancozeb + Trifenil Acetato de Estaño, Diclobutrazol + Fenpropemorph, Triadimefon, Fenpropemorph y Mancozeb + Captafol presentaron una eficiencia de control intermedia, en tanto que Triforine, Zineb y Dithianon prácticamente igualaron al tratamiento testigo. Con excepción de éstos, la mayoría de los fungicidas probados redujeron el área foliar infectada en comparación con el tratamiento testigo.

Complejo enfermedades/pérdida de rendimiento de grano

En los ensayos considerados, y teniendo en cuenta el complejo de enfermedades ocurrentes, en la media de los años el tratamiento testigo presentó 25% de pérdida de rendimiento de grano en comparación con el tratamiento Propiconazol, que presentó mayor eficiencia en el control de manchas foliares.

Eficiencia relativa de los fungicidas recomendados para el control de la septoriosis en trigo

El Cuadro 5 presenta la eficiencia relativa de los fungicidas actualmente recomendados por la Comisión Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo para el control de septoriosis en trigo en los estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina. El fungicida Maneb y la mezcla Maneb + Trifenil Acetato de Estaño presentan un porcentaje de control entre 50 y 70, mientras que los fungicidas Propiconazol, Triadimenol y las mezclas Maneb + Triadimefon y Triadimenol + Anilazine presentan un control superior a 70%.

Bibliografía

1. CAETANO, VANDERLEI R. 1972. Estudo sobre o Virus do Nanismo Amarelo da Cevada, em Trigo, no Rio Grande do Sul. Tese de Doutoramento. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP.
2. DIEHL, J.A., TINLINE, R.D.; KOCHHANN, R.A. 1984. Perdas em Trigo causadas pela Podridao Comun das Raizes no Rio Grande do Sul, 1979/81. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13. Cruz Alta, RS, 1984.

Resumos de Trabalhos e de Comunicados Tecnicos da 13a Reuniao Nacional de Pesquisa de Trigo. Cruz Alta. FECOTRIGO/Centro de Experimentação. 1984. p.88.

3. FEDERIZZI, L.C.; M.B. 1977. Efeitos da aplicação de defensivos quimicos sobre o rendimento das cultivares do Ensaio Estadual de Variedades. In: REUNIAO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9. Instituto de Pesquisas Agronómicas, Londrina, PR. 28/03 a 01/04/1977. n.p.

4. FERNANDES, J.M.C. 1980. Resposta de cultivares de trigo ao tratamento com fungicidas. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 11. Resumos e Comunicados Tecnicos. Porto Alegre, RS. 04 a 08/1980. p.72.

5. GIORDANI, N.A.; NETO, N. 1980. Competição de fungicidas no controle de doenças da parte aerea em oito cultivares de trigo. In: FECOTRIGO-CEP (ed.). Resultados de Pesquisa com Trigo, Triticale, Aveia e Cevada obtidos pelo Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO em 1980. Cruz Alta, R.S. p.84-94.

6. GIORDANI, N.A.; NETO, N. 1985. Ensaio de Controle Quimico das doenças da parte aerea do trigo conduzidas no CEP-FECOTRIGO em 1984, Cruz Alta, RS. In: FECOTRIGO-CEP (ed.). Resultados de Pesquisa com Trigo e Triticale obtidos pelo Centro de Experimentação e Pesquisa da Fecotrigo em 1984. Cruz Alta, RS. p. 24-33.

7. LUZ, W.C. da; REIS, E.M. 1976. Avaliação de fungicidas em formulações quimicas diversas no controle das doenças fungicas do trigo. In: REUNIAO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 7.4o Volume - Sanidade. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Ponta Grossa, PR. 29/03 a 02/04/1976. p.106 - 111.

8. LUZZARDI, G.C. et alii. 1974. Controle de doenças fungicas do trigo pelo emprego de fungicidas. Trabalho apresentado na VI Reuniao Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS. 01/04 a 05/04/1974.

9. NETO, N. 1977. Efeito de diferentes doses e numero de aplicações de defensivos quimicos sobre o rendimento e algumas características qualitativas do trigo (*Triticum aestivum* L.) In: FECOTRIGO-CEP (ed.). Contribuição da FECOTRIGO a VII Reuniao Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo, Rs. 31/03 a 04/04/1975. p.36-44.

10. NETO, N.; GIORDANI, N.A. 1980. Resposta de Cultivares de Trigo a fungicidas. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 11. Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa da FECOTRIGO. Porto Alegre, RS. 04/08/1980. p.69-85.

11. NETO, N.; GIORDANI, N.A. 1977. Controle quimico de *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. em trigo. In: FECOTRIGO-CEP (ed.). Culturas de Inverno -Resultados de Pesquisa de 1986. Centro de Experimentação e Pesquisa. Cruz Alta, RS. p.39-50.

12. NETO, N.; SARTORI, J.F. 1976. Avaliação de diferentes fungicidas no controle de doenças do trigo. In: FECOTRIGO-CEP (ed.). Contribuição da FECOTRIGO a VIII Reuniao Anual de Pesquisa de Trigo. Ponta Grossa, PR. 29/03 a 02/04/1976. p.45-54.

13. NETO, N.; SARTORI, J.F. 1984. Ensaio Cooperativo de Fungicidas para o controle das doenças da parte aérea do trigo, 1983. In: FECOTRIGO-CÉP (ed.). Contribuição do Centro de Experimentação e Pesquisa a XIII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo. Cruz Alta, RS. 16/07 a 20/07/1984. p.70-75.
14. OLIVEIRA, M.A.R. de; GOMES, L.S. 1984. Avaliação de perda em rendimento causada por helmintosporiose (*Helminthosporium sativum*) em trigo. In: REUNIAO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 13. Resumos de Trabalhos e de Comunicados Técnicos da 13ª Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, Cruz Alta, FECOTRIGO/Centro de Experimentação. 1984. p.65.
15. REIS, E.M.; LUZ, W.C. da 1976. Controle de doenças do trigo. In: REUNIAO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 8. 4o Volume - Sanidade. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Ponta Grossa, PR. 30/03 a 02/04/1976. p.33-43.
16. PRESTES, A.M.; & PICININI, E.C. 1986. Eficácia de fungicidas no controle da mancha da gluma do trigo, causada por *Septoria nodorum*. Fitopatologia Brasileira 11: 487-492.
17. REUNIAO DA COMISSAO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, XVIII. 1986. Ata da ... Chapeco, SC. 1985. p.55. VARIACION EN PATOGENICIDAD ENTRE CEPAS ARGENTINAS DE *Mycosphaerella graminicola* (anamorfo, *Septoria tritici*)

Abstract

This paper presents fungicide efficiency in controlling leaf blotch on wheat caused by Septoria nodorum Berk., Septoria tritici Rob. ex Desm, and Helminthosporium sativum P.K. and B. in the State of Rio Grande do Sul. Results of the Cooperative Fungicide Trial conducted in Cruz Alta from 1983-86 show fungicide efficiency for each year and for the mean of those years.

Cultivar IAC 5-Maringa was planted every year using a randomized block design with four replicates. Total usable area in each plot was 12.0 m². Two fungicide applications were made with a precision sprayer operating at 3.5 atm constant pressure and 250 l/ha. Grain yield was evaluated, and leaf blotch incidence was assessed using a modified Saari-Prescott scale. In 1986 percentage infection was used.

The fungicide demonstrating most efficient control was Propiconazole at a dosage of 125 i.a./ha, although Flusilazole, Dichlobutrazole, Triadimefon plus Mancozeb, and Triadimenol also gave excellent control. Treatments Mancozeb + Trifenil Tin Acetate, Dichlobutrazole + Fempropemorph, Triadimefon, Fempropemorph, and Mancozeb + Captafol gave an intermediate level of control, while Triforine, Zineb, and Dithianon were practically the same as the test treatment.

For the mean of years the test treatment produced 25% less grain yield than that obtained when using Propiconazole. This points up the importance of disease control using fungicides on the above-ground plant parts of wheat.

CUADRO 1. Resultados de aplicación de diferentes fungicidas en el "Ensayo Cooperativo de Fungicidas para el control de enfermedades de la parte aérea del trigo", CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, Rs., 1983.

TRATAMIENTOS	DOSIS GRAMOS i. a. /ha	REND. GRANO kg/ha	MANCHAS FOLIARES 0-0/9-9
TESTIGO	-	2277	8/5
DICLOBUTRAZOL	125	2594	4/3
DICLOBUTRAZOL +FEMPROPEMORF	40 +250	2632	7/4
DITIANON	562.5	2594	8/5
FEMPROPEMORF	250	2702	7/4
MANCOZEB	2000	2736	6/5
MANCOZEB + TAE	1248 +88	2783	5/4
MANCOZEB + CAPTAFOL	2000 +960	2732	6/4
PROPICONAZOL	125	2735	4/3
PROPICONAZOL;PROPICONAZOL	125	2719	4/2
TRIADIMEFON	125	2545	7/4
TRIADIMEFON + MANCOZEB	125 +1600	2714	4/3
TRIFORIN	285	2614	7/6
ZINEB	1875	2621	7/5
TEST DE F		NS	
CV%		7.0	

*Escala de Saari & Prescott modificada.

CUADRO 2. Resultados de aplicación de diferentes fungicidas en el "Ensayo Cooperativo de Fungicidas para el control de enfermedades de la parte aérea del trigo", CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, Rs. 1984.

TRATAMIENTOS	DOSIS GRAMOS i. a. /ha	REND. GRANO kg/ha	DUNCAN 5%	MANCHAS FOLIARES*
TRIDIMENOL+ANILAZIN	125+1440	2079	A	8/2
DICLOBUTRAZOL+FEMPROPEMORF	40+250	2058	AB	8/3
FLUSILAZOL	250	2047	ABC	6/4
PROPICONAZOL; PROPICONAZOL	125	2011	ABCD	5/2
TRIADIMENOL	187.5	1980	ABCD	8/4
PROPICONAZOL	125	1980	ABCD	6/3
TRIADIMEFON+MANCOZEB	125+1600	1945	ABCDE	8/6
MANCOZEB+CAPTAFOL	2000+960	1945	ABCDE	8/7
FEMPROPEMORF	250	1898	ABCDE	8/6
FLUSILAZOL	125	1896	ABCDE	8/5
MANCOZEB	2000	1894	ABCDE	8/6
MANEB+TAE	1248+88	1892	ABCDE	8/7
DITIANON	562.5	1884	ABCDE	8/7
TRIADIMEFON	125	1856	BCDE	8/5
DICLOBUTRAZOL	187.5	1835	CDE	8/3
TRIFORIN	285	1818	DEF	8/7
ZINEB	1875	1750	EF	8/8
TESTIGO	-	1623	F	8/8
TEST DE F		S		
CV%		4.9		

*Escala de Saari-Prescott modificada.

CUADRO 3. Incidencia de manchas foliares, graduación en campo, en el "Ensayo Cooperativo de Fungicidas para el control de enfermedades de la parte área del trigo", CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, Rs. 1985.

TRATAMIENTOS	DOSIS GRAMOS i. a. /ha	REND. GRANO kg/ha	DUNCAN 5%	MANCHAS FOLIARES*
TRIADIMENOL	125	2100	A	6/2
FLUSILAZOL	125	2076	A	6/2
PROPICONAZOL	125	2071	A	6/2
TRIADIMENOL	187.5	2058	A	7/2
MANCOZEB+AZUFRE+ACEITE	2000+2400+0.5	1879	AB	8/3
PROCLORAZ+MANCOZEB	450+2000	1872	AB	8/3
FLUTOLAUNIL+MANCOZEB	500+2000	1798	B	8/3
FEMPROPEMORF+CLOROTALONIL	600+999	1788	B	6/3
MANCOZEB	2000	1749	B	8/3
IPRODIONE+MANCOZEB	500+2000	1714	BC	8/4
MANCOZEB+AZUFRE	2000+2400	1694	BC	8/4
TESTIGO	-	1524	C	9/6
TEST DE F CV%		S 7.4		

*Escala de Saari & Prescott modificada. Aplic.: 22/08 a 06/09/85

CUADRO 4. Resultados de aplicación de diferentes fungicidas en el "Ensayo Cooperativo de Fungicidas para el control de enfermedades de la parte aérea del trigo". CEP-FECOTRIGO, Cruz Alta, Rs. 1986.

TRATAMIENTOS	DOSIS	REND . GRANO kg/ha	DUNCAN 5%	MANCHAS FOLIARES	
	GRAMOS i. a. /ha			HB*	HB-1
PROPICONAZOL	125	2448	A	0	0
FLUSILAZOL	125	2437	A	0	0
FLUTRIAFOL	125	2433	A	0	0
PROPICONAZOL+BENOMIL	125+250	2427	AB	0	10
FLUSILAZOL+CARBENDAZIM	125+250	2420	AB	0	0
ETILTRIANOL	125	2384	AB	0	0
PROCLÓRAZ+MANCOZEB	450+2000	2264	ABC	10	30
DINICONAZOL	50	2255	ABC	10	20
MANCOZEB+BENOMIL	2000+250	2186	BCD	30	40
MANCOZEB	2000	2116	CD	20	40
IPRIDIONE+MANCOZEB	500+2000	2114	CD	40	40
TESTIGO	-	1979	D	40	40
TEST DE F		S			
CV%		7.3			

* HB = hoja bandera.

CUADRO 5. Nombre común, forma de acción, dosis y eficacia relativa de los fungicidas recomendados para el control de septoriosis en el trigo.

NOMBRE COMUN	MODO DE ACCION	GRAMOS i. a. /ha	EFICACIA RELATIVA
MANEB	P	2000	**
MANEB + TDMF	P + S	1600 + 125	***
MANCOZEB + TAE	P	1248 + 88	**
PROPICONAZOL	S	125	***
TRIADIMENOL	S	125	***
TDML + ANILAZINE	S + P	125 + 1440	***

***CONTROL SUPERIOR A 70%
S = SISTEMICO

** CONTROL DE 50 A 70 %
P = PROTECTOR

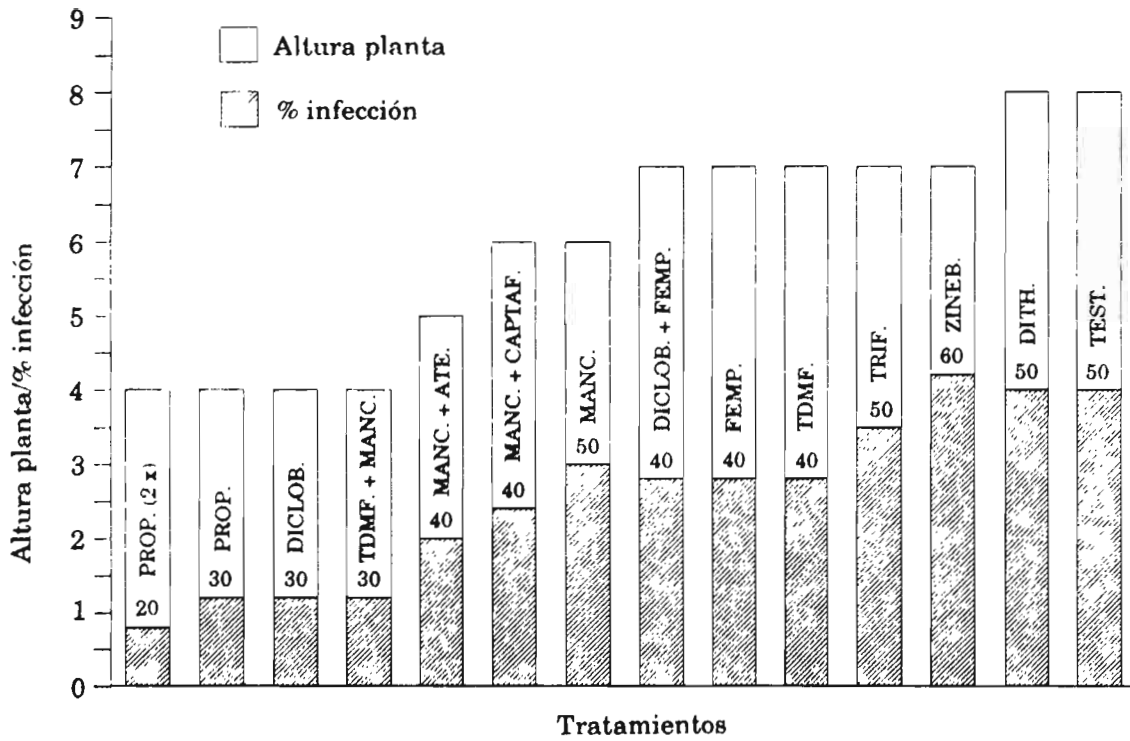


Figura 1. Eficiencia de fungicidas en el control de manchas foliares, 1983.

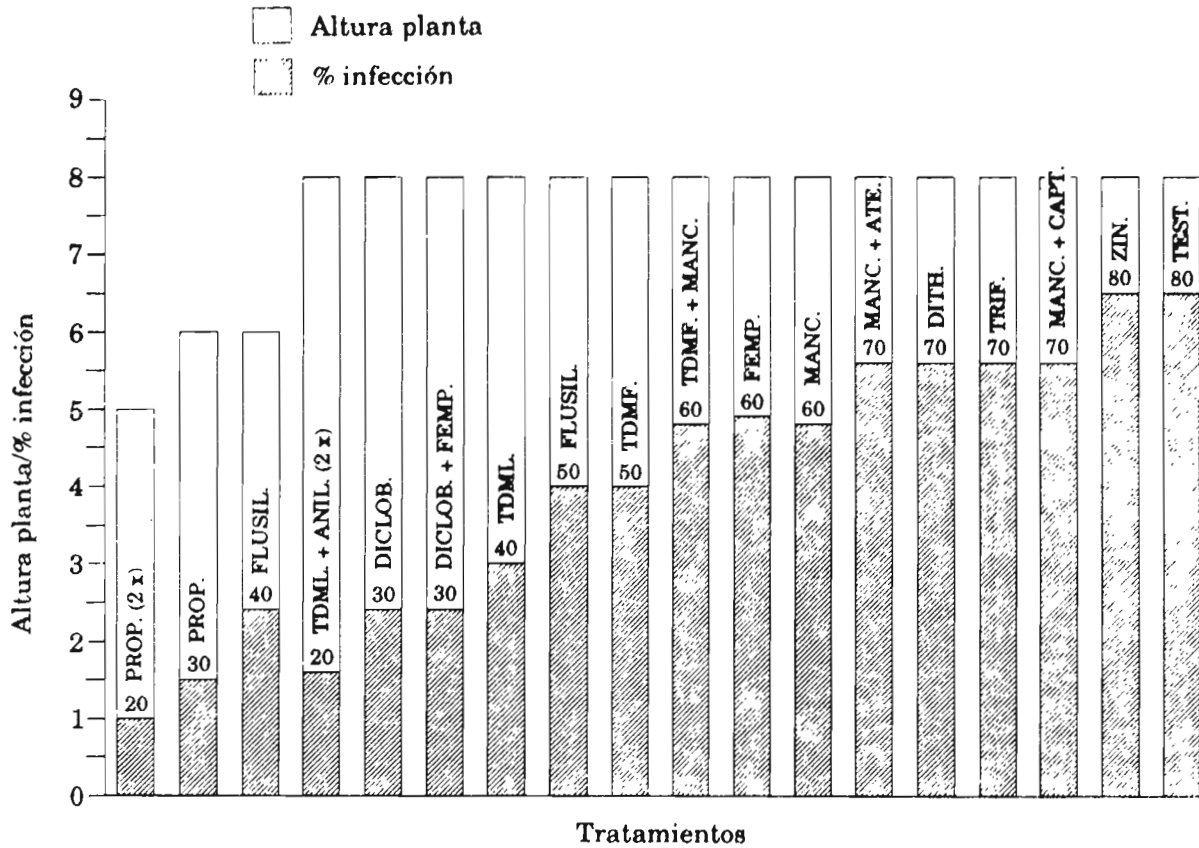


Figura 2. Eficiencia de fungicidas en el control de manchas foliares, 1984.

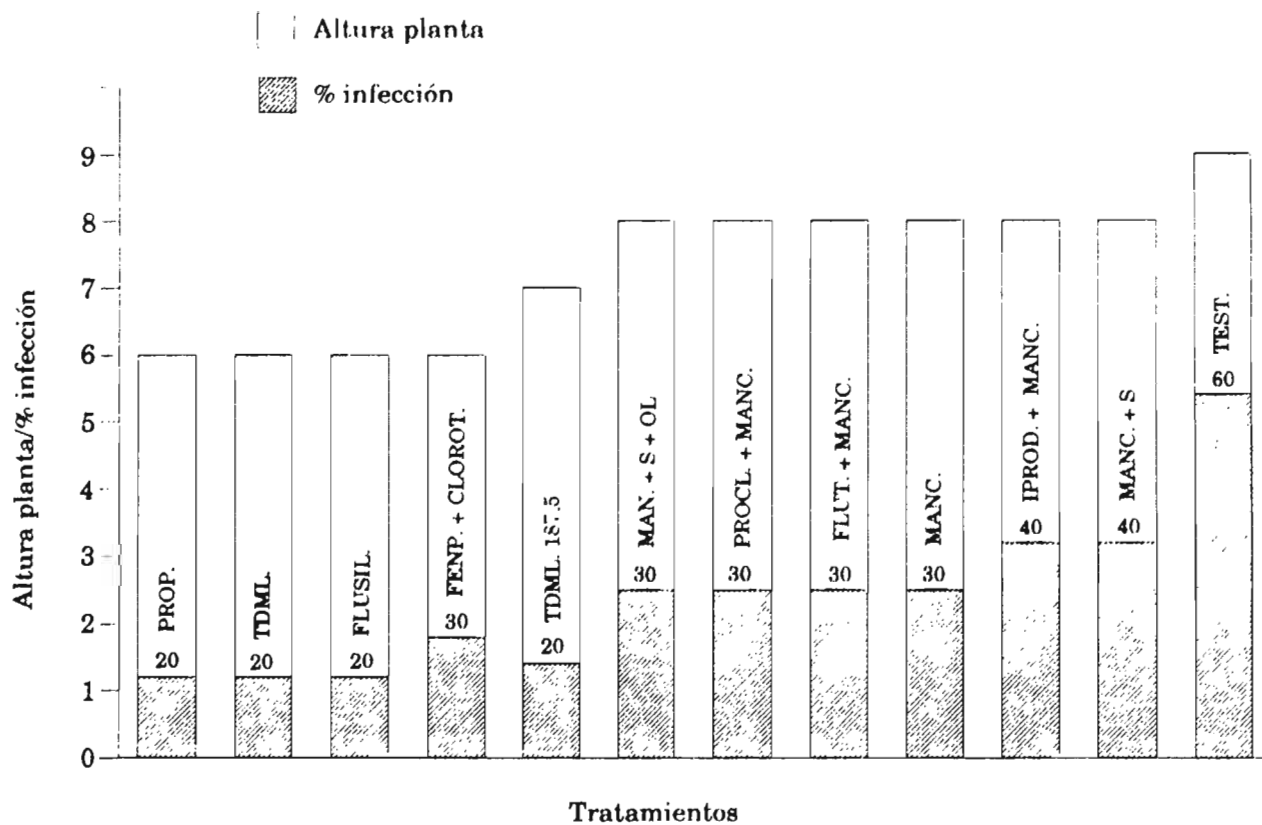


Figura 3. Eficiencia de fungicidas en el control de manchas foliares, 1985.

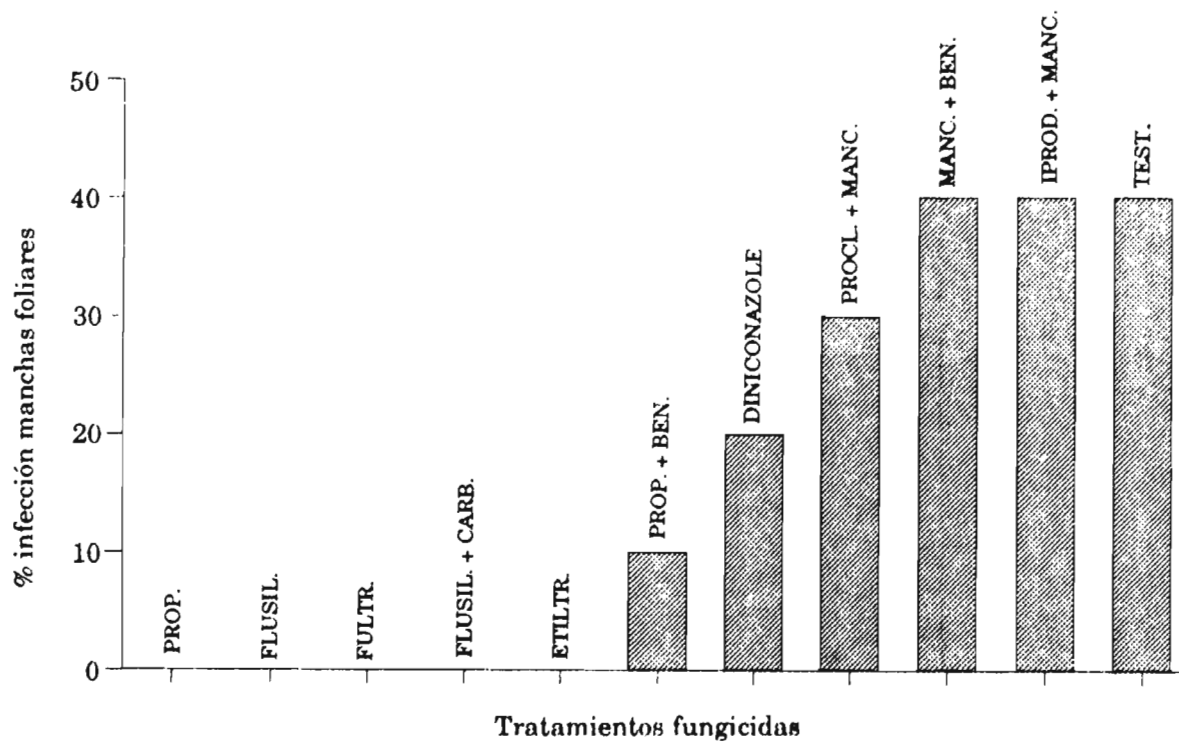


Figura 4. Eficiencia de fungicidas en el control de manchas foliares, 1986.

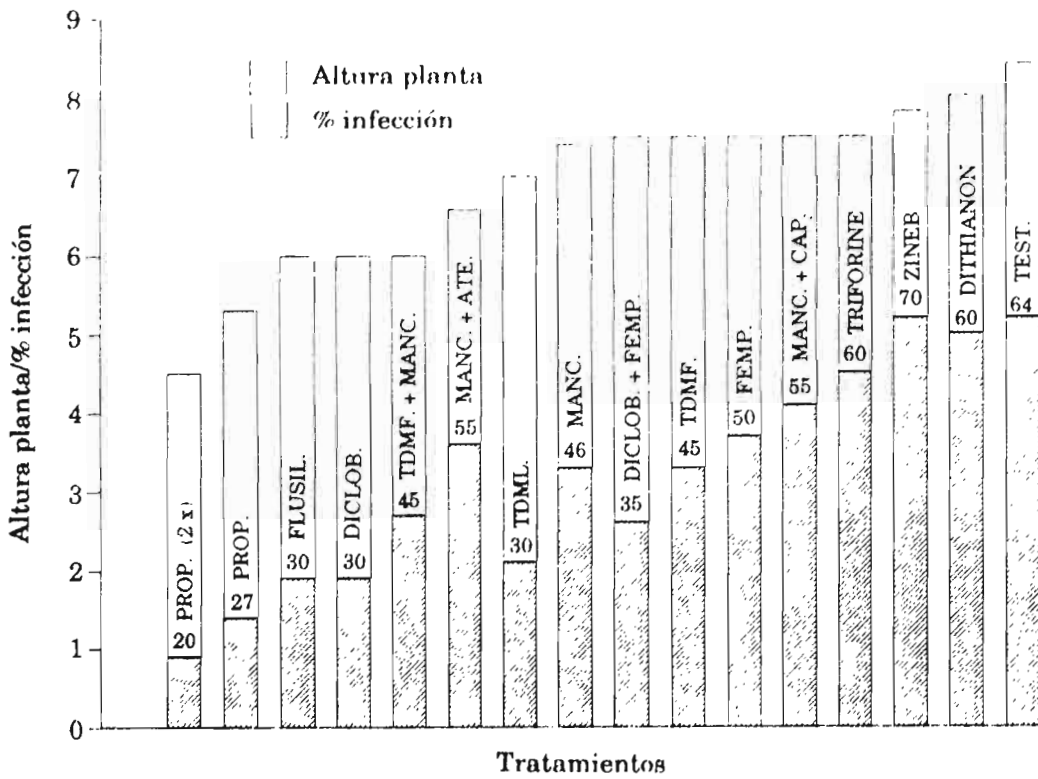


Figura 5. Eficiencia de fungicidas en el control de manchas foliares, 1983/1985.

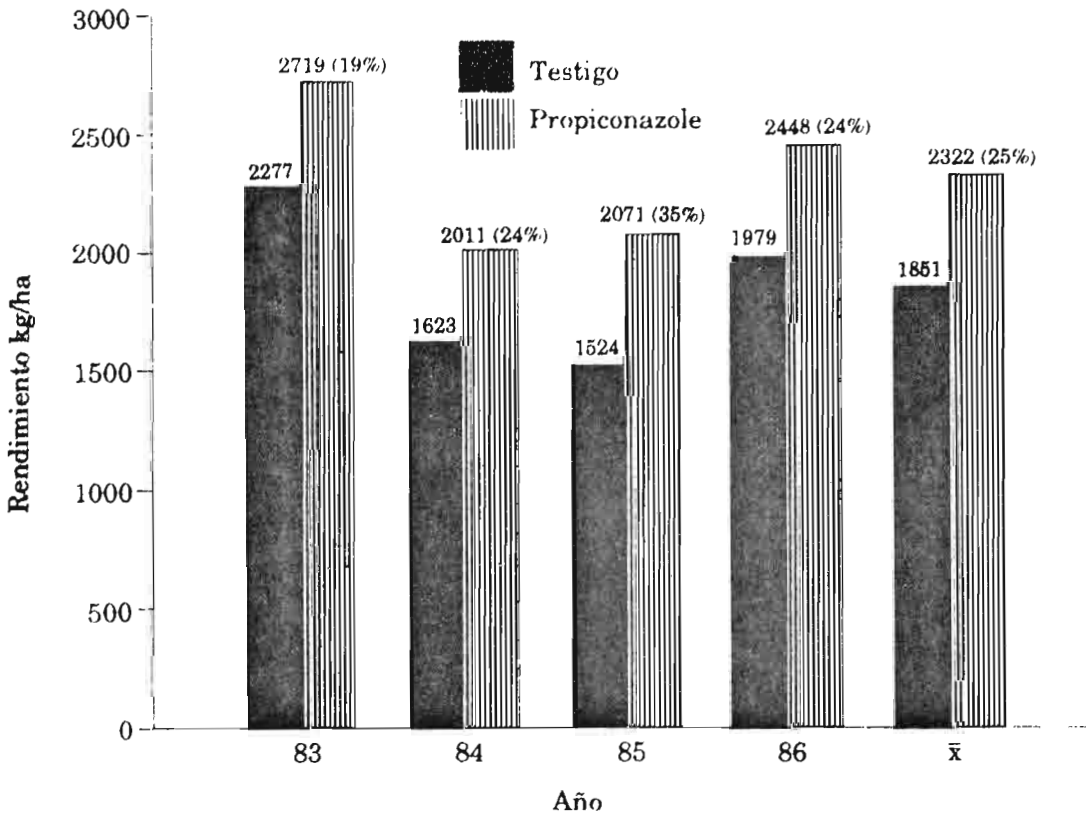


Figura 6. Efecto de la aplicación de propiconazole en el rendimiento de granos de trigo. CEP/FECOTRIGO, Cruz Alta, RS.

IMPORTANCIA DE *SEPTORIA TRITICI* EN CHILE Y PROGRESOS EN LOS TRABAJOS REALIZADOS

O. Andrade V.
Estación Experimental Carillanca/INIA
Temuco, Chile

Resumen

A partir de la temporada 1983/84, la superficie y rendimientos de trigo han experimentado un significativo aumento, lográndose satisfacer en la última cosecha el total de las necesidades a nivel nacional.

Septoria tritici se ha reportado con niveles de epifitias de cierta intensidad, desde el año 1975, con probable daño económico. La importancia de esta enfermedad varía sustancialmente dentro y entre cada una de las zonas trigueras, encontrándose altos niveles de infección principalmente en sectores de la costa de la zona central o centro sur, y en la costa y valle central de la zona sur. La característica más común que se encuentra en las zonas de alta infección es la siembra temprana de variedades de hábito intermedio y precoz.

*El año 1985 se detectó en la zona centro sur (Chillán), la fase sexual de *S. tritici* (*M. graminicola*) en rastrojo de trigo infectado, hacia fines del verano (*R. Madariaga, 1985*). La zona sur de Chile presenta condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad, debido a las temperaturas templadas y alta pluviometría. En los años 1978 y 1979, se determinaron pérdidas en rendimiento de sobre un 30% en promedio y una relación directa entre la época de siembra y el daño por *S. tritici* (*L. Gilchrist*). A partir del año 1983, el daño causado por esta enfermedad ha sido leve, coincidiendo con una menor pluviometría en la época de primavera, en esta zona.*

*En trabajos sobre el control químico de la septoriosis se ha determinado un buen efecto de los fungicidas Carbendazim + Maneb y triadimefón (*L. Gilchrist, 1980*) y de Propiconazole, HWG 1608, Flutriafol y Prochloram (*O. Andrade*). Se han estudiado igualmente las épocas óptimas de aplicación de fungicidas, correspondiendo éstas al estado desde emisión de hoja bandera en adelante.*

Debido a la ausencia en las últimas cinco temporadas de un nivel de infección adecuado para la selección de germoplasma, se diseñó un sistema de incremento de la infección a campo para la evaluación de materiales, en base a inoculación artificial con inóculo multiplicado en laboratorio, inóculo obtenido por inmersión de hojas contaminadas en agua destilada, interferencia de la acción del sol con una malla protectora, y un sistema de humedecimiento por nebulización. Esta metodología ha significado un importante incremento de la infección, corroborando con evaluación de pérdidas en dos jardines de líneas avanzadas, con una disminución de los rendimientos de un 24% y 32% en promedio, versus un 5% o inferior en ensayos fuera de este sistema.

Introducción

A partir del año 1982, en el cual la superficie de cultivo de trigo en el país alcanzó la cifra más baja de la última década, comenzó a repuntar en forma significativa tanto la superficie cultivada con este cereal, como los rendimientos (Cuadro 1), alcanzando en el año 1986 cifras de producción muy cercanas a las necesidades de consumo nacional.

Entre los factores más importantes que han permitido alcanzar estas producciones están el aumento de la rentabilidad del cultivo y la adopción de una tecnología de producción adecuada, en base a la información generada por la investigación agrícola nacional.

Respecto al último punto hay que destacar el empleo de variedades de acuerdo a las zonas agroclimáticas y en épocas de siembra recomendadas, al uso de semilla certificada, y al mayor uso de fertilizantes y pesticidas.

Entre los insumos tecnológicos que han incrementado en forma importante su empleo, a la par con la mayor y mejor producción obtenida, se cuentan la semilla certificada, fertilizantes nitrogenados y fosfatados principalmente, herbicidas y fungicidas (Panorama Económico de la Agricultura, 1984).

De acuerdo a las características agroclimáticas del país, las zonas productoras de trigo se han dividido en tres: zona norte y centro norte, zona centro sur y zona sur. Las dos últimas zonas, centro sur y sur aportan sobre el 70% de la producción total de trigo. En la zona norte y centro norte (18°-35° lat. sur) se cultivan principalmente trigos de hábito primaveral y candeales. En las zonas centro sur (35°-38° lat. sur) y sur (entre los paralelos 38° y 42° lat. sur principalmente), se cultivan trigos de hábito invernal, alternativo y primaveral, dependiendo de las condiciones de clima y suelo.

Las enfermedades que afectan al trigo en Chile varían de una zona a otra. Sin embargo, aquéllas que se presentan con características endémicas y con nivel de daño económico son *Puccinia graminis tritici* en el valle central de la zona centro norte y *Septoria tritici* en sectores localizados del secano costero. En la zona centro sur, los principales problemas fitopatológicos son *Puccinia striiformis* y *Puccinia recondita*, *S. tritici* en sectores de la costa, y pudriciones radiculares (*Gaeumannomyces graminis* y *Fusarium* sp.) en suelos derivados de cenizas volcánicas (andisoles).

En la zona sur, la principal enfermedad en trigo es la roya o polvillo estriado (*Puccinia striiformis*). El complejo de pudriciones radiculares cobra gran importancia igualmente en suelos andisoles, los que predominan en esta región. *Septoria tritici* es igualmente importante en sectores donde, por las características de clima y suelo, las siembras se efectúan temprano en la temporada.

Otras enfermedades que pueden causar daño económico en algunas temporadas son: *Erysiphe graminis*, el virus del enanismo amarillo de la cebada, *Septoria nodorum* y *Fusarium* sp.

Importancia de *S. tritici* en Chile

Antecedentes de S. tritici

El hongo está reportado en Chile desde 1926 (Mujica y Vergara 1945). Sin embargo, sólo a partir del año 1975 se informa de epifitias de cierta intensidad con probable daño económico.

En el año 1985 se detectó la fase sexual del hongo, *Mycosphaerella graminicola*, en la zona centro sur del país (Madariaga 1986).

Septoria tritici se presenta en prácticamente todas las zonas de producción de trigo; sin embargo, su importancia, desde el punto de vista de daño económico, varía sustancialmente dentro de cada zona y entre ellas.

Septoria tritici en la zona centro norte

En esta zona los principales problemas con la enfermedad se encuentran en los sectores de la costa, en los cuales la alta pluviometría y las temperaturas frescas ofrecen óptimas condiciones para el ataque del hongo. A lo anterior se suma la prevalencia de variedades primaverales sembradas temprano (abril-mayo).

Entre los progresos obtenidos en los trabajos con *S. tritici* se cuenta el aumento de rendimiento logrado con el empleo de variedades de hábito alternativo en estos sectores de alta infección. Estas variedades, por tener un periodo vegetativo más prolongado, logran escapar en mejor forma a la enfermedad.

Otros trabajos desarrollados se refieren a la evaluación de fungicidas foliares contra *S. tritici*. A pesar que ningún fungicida logra eliminar los síntomas de la enfermedad, aún en condiciones de protección permanente con fungicida, algunos presentan un mejor efecto de control, como es el caso de Propiconazole. Otros fungicidas con un comportamiento algo inferior al anterior, son Flutriafol y Triadimefón.

En estos sectores costeros de alta infección se efectúan las evaluaciones de germoplasma para resistencia a *Septoria*. Materiales seleccionados bajo estas condiciones han presentado igual respuesta al ser evaluados bajo condiciones de infección artificial en la zona sur.

Septoria tritici en la zona centro sur

El mayor daño por efecto de esta enfermedad se localiza en sectores del secano costero, por sus condiciones de alta precipitación y temperaturas templadas. Sin embargo, la mayor superficie de siembra se encuentra en suelos de la pre-cordillera andina donde la infección es moderada. En algunas temporadas con alta pluviometría primaveral, *S. tritici* ha causado igualmente importantes pérdidas de rendimiento en el valle central.

Los progresos obtenidos en esta enfermedad hacen relación con la evaluación de fungicidas foliares y determinación de épocas óptimas de control de la enfermedad. Los fungicidas Propiconazole, HWG 1608 y Flutriafol han presentado buena efectividad en el control de *S. tritici*. Las épocas de

aplicación de fungicidas determinadas como las más adecuadas son desde emisión de hoja bandera en adelante, con un máximo de dos aplicaciones de fungicida en la temporada.

En la parte de fitomejoramiento, los avances están relacionados con la evaluación de germoplasma bajo sistemas de infección natural, y de infección artificial en materiales de interés.

Un logro importante en esta zona, lo constituye la determinación de *Mycosphaerella graminicola*, la fase sexual de *S. tritici*, detectada en rastrojo de trigo infectado hacia fines del verano.

Septoria tritici en la zona sur de Chile

La zona sur de Chile presenta condiciones climáticas altamente favorables para la enfermedad. Las lluvias se concentran con la mayor intensidad entre los meses de mayo y agosto, y disminuyen hacia diciembre. Esto significa que las variedades invernales y alternativas sembradas a fines de abril-mayo, están bajo un régimen de alta humedad entre siembra y fines del macollamiento a primer nudo. En cambio, las variedades más precoces sembradas en la misma fecha, están sometidas a la misma condición pluviométrica entre la siembra y 2-3 nudos (ver la figura). Es en este último caso donde la infección con *S. tritici* causa serios problemas. Entre fines de macollamiento a primer nudo y anthesis, existen igualmente condiciones adecuadas para la infección; sin embargo, es el periodo en que se observan las mayores variaciones anuales en la precipitación.

En el Cuadro 2 se presentan los niveles de infección observados en la Estación Experimental Carillanca en las últimas nueve temporadas agrícolas, relacionadas con la precipitación en el periodo de mayor desarrollo del trigo.

Se aprecia en el Cuadro 3 que desde el año 1980, la pluviometría en el periodo agosto-noviembre ha disminuido significativamente, comparado con los años 1978 y 1979. Con la infección de *S. tritici*, ha ocurrido algo similar, observándose en este sector infecciones significativamente menores a las registradas en los años 1978 y 1979. Esto se refleja en los resultados de los ensayos de evaluación de pérdidas y control químico de *S. tritici*, efectuados entre 1983 y 1986 en la Estación Experimental Carillanca (Cuadro 3).

Sin embargo, no ocurre exactamente lo mismo a nivel de los agricultores. La diversidad de épocas de siembra y variedades ofrecen otro panorama, con infecciones altas en variedades precoces sembradas temprano (abril-mayo).

Hasta el año 1980, se logró importante información en los estudios con esta enfermedad. Se determinó una relación directa entre el atraso de las siembras y la disminución de infección con *S. tritici*, registrándose valores de pérdidas en rendimiento de un 27% para siembras de mayo, de 18% para siembras de agosto y de un 10% e inferior para siembras de septiembre (Gilchrist 1980) (Cuadro 4). Esta tendencia fue corroborada en la temporada 1982/83 en una prospección efectuada en la zona sur, en cinco áreas agroclimáticas diferentes. En las siembras efectuadas por agricultores desde el mes de julio en adelante, las notas de infección fueron significativamente

menores a las siembras efectuadas con anterioridad a este mes (Informe de Actividad Conjunta INIA-SAG, IX Región, 1983) (Cuadro 5).

En trabajos de evaluación de fungicidas desarrollados en las temporadas 1978/79 y 1979/80 (Gilchrist, 1980), se determinó un buen control de la enfermedad con Carbendazim + Maneb y Triadimefón. En estos trabajos se determinó igualmente que las épocas adecuadas de aplicación de fungicida eran desde la emisión de hoja bandera en adelante (Cuadro 6).

En los estudios efectuados en las últimas temporadas sobre el efecto de algunos fungicidas en el control de esta enfermedad, en variedades primaverales sembradas en mayo, se observó en base a notas de infección una buena efectividad de los fungicidas Propiconazole, HWG 1608, Flutriafol y Prochloraz (Cuadro 6).

Sistemas de evaluación de germoplasma bajo infección artificial en la zona sur de Chile

Debido a las variaciones anuales en infección con *S. tritici*, lo cual impide una adecuada evaluación de los materiales, se estableció desde el año 1985 un sistema de infección artificial en el campo.

Inicialmente la metodología consistió en inoculaciones con *S. tritici* multiplicada en medio líquido y con agitación permanente. Los viveros a evaluar se sembraron en surcos de 2 m y en el mes de octubre se instaló una malla negra a 2 m de altura para evitar la acción del sol después de las inoculaciones. Con este método se logró aumentar significativamente la infección, pero requería de una dedicación de tiempo muy grande y el incremento de la infección se lograba algo tarde.

En el año 1986 se mejoró el sistema. Se comenzó con inoculaciones de *S. tritici* multiplicado artificialmente, durante los primeros estados de desarrollo de las plantas. Posteriormente, en octubre se instaló la misma cubierta de malla, pero con un sistema de cañerías y boquillas cada 2 m aproximadamente, accionado por una motobomba, lo cual significó mantener una alta humedad en los materiales después de cada inoculación. En octubre, las inoculaciones se efectuaron con esporas obtenidas de hojas infectadas remojadas en agua destilada, lo cual significó un importante ahorro de tiempo. Los materiales se dispusieron en surcos de 1 m para el mejor uso del inóculo. El sistema de humedecimiento se hace funcionar durante aproximadamente 1 minuto cada 2 horas, en las 48 horas posteriores a cada inoculación.

Este sistema permitió obtener una alta y homogénea infección. Se evaluó el funcionamiento del método con 2 ensayos de 25 variedades y líneas cada una, con y sin protección de fungicida, de tal forma a comparar los rendimientos. En el ensayo de líneas y variedades invernales, las pérdidas promedio fueron de un 24% (15,7 qq), y en el ensayo de líneas y variedades alternativas, la diferencia fue de un 32% (26,4 qq). El peso de granos se afectó en un 14,7% y un 17,9% respectivamente, con pérdidas de 5,9 y 7,7 g por 1 000 granos (Cuadro 7).

El volumen de los materiales evaluados anualmente es cercano a las 1 200 entradas, desglosados en la última temporada como sigue:

- Vivero Septoria Hidango (Chile) : 39 entradas
- Vivero líneas avanzadas invernales : 275 entradas
- Vivero líneas avanzadas
 alternativas y primaverales : 275 entradas
- Lote de progenitores invierno : 225 entradas
- Vivero Septoria Carillanca : 101 entradas
- ISEPTON : 184 entradas
- Ensayo X-1 trigos invernales : 25 entradas
- Ensayo X-101 trigos alternativos : 25 entradas

TOTAL -----
1 149 entradas

En la Estación Experimental Carillanca se han implementado igualmente sistemas de infección artificial para la evaluación de materiales contra *P. striiformis* y pudrición radicular (*G. graminis*).

Bibliografía

Andrade, O. 1983. Prospección de septoriosis (*Septoria tritici*) Desm. y pudrición radicular (*Gaemannomyces graminis* Sacc. y *Fusarium* sp. en trigo, en diferentes localidades de la IX Región. Informe Anual 1982/83. Convenio INIA-SAG-Chile. 21p.

Evolución del mercado de Insumos Agrícolas. Análisis 1984. Panorama Económico de la Agricultura (Chile) 36:1-6.

Gilchrist, L. y Madariaga, R. 1980. Antecedentes sobre septoriosis (*Septoria tritici* Desm.) en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Mimeografiado 12 p.

Instituto Nacional de Estadísticas. 1987. Cultivos anuales esenciales. Año Agrícola 1986/87. Santiago, Chile. INE, 3 p.

Madariaga, R. 1986. Presencia en Chile de *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter, estado sexuado de *Septoria tritici*. Rob. ex. Desm. Agricultura Técnica (Chile) 46 (2): 209-212.

Mujica, F. y Vergara, C. 1945. Flora fungosa chilena. Índice preliminar de los huéspedes de los hongos chilenos y sus referencias bibliográficas. Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura, 199 p.

Abstract

Starting in 1983/84 wheat area and yields have risen significantly, and the last harvest satisfied the domestic demand completely.

*Epidemic levels of some intensity have been reported for *Septoria tritici* since 1975, and economic losses are likely. The importance of this disease varies considerably between and within each of the wheat-producing areas, with*

high infection levels especially in parts of the central or south central coast and in the coast and central valley of the southern region. The factor common to these hot spots is early planting of intermediate and early varieties.

In 1985, the sexual state of *S. tritici* (*M. graminicola*) was found on infected wheat residue in the south central region (Chillan) in late summer (R. Madariaga, 1985). Conditions in Chile's southern region are ideal for disease development due to moderate temperatures and high rainfall. In 1978-79, yield losses increased to an average of more than 30%, and planting date and damage caused by *S. tritici* were found to be directly related (L. Gilchrist). Since 1983, damage caused by this fungus has been slight, a fact that coincides with lower springtime rainfall levels in the region.

Studies on chemical control of septoria have shown fungicides Carbendazim + Maneb and triadimefon (L. Gilchrist, 1980) and Propiconazole, HWG 1608, Flutriafol and Prochloram (O. Andrade) to give good control. Optimum fungicide application times have also been determined; they range from flag leaf emergence on.

Because in the last five cycles infection levels have been inadequate for germplasm selection, a system was designed to increase infection levels in the field for evaluating materials. The system is based on artificial inoculation using inoculum multiplied in the lab, inoculum obtained by soaking infected leaves in distilled water, shading from solar radiation with a protective screen, and a spray system for moisturizing. This methodology has greatly increased infection levels, verified by assessing losses in two plots of advanced lines, with average yield reductions of 24 and 32%, versus 5% or lower in trials conducted without this system.

CUADRO 1. Superficie sembrada con trigo en Chile, producción y rendimientos promedio, en las últimas seis temporadas agrícolas.

Temporada	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (qq/ha)
1981/82	373 800	650 452	17,4
1982/83	359 180	585 946	16,3
1983/84	471 320	988 283	21,0
1984/85	506 190	1 164 691	23,0
1985/86	569 170	1 625 809	28,6
1986/87	676 560	1 874 117	27,7

Fuente: INE 1982-1987

CUADRO 2. Niveles de infección de *S. tritici* y pluviometría registrada entre agosto y noviembre de cada año, en las últimas nueve temporadas agrícolas. E.E. Carrillanca.

AÑO	PLUVIOMETRIA ^a mm	INFECCION <i>S. tritici</i> Promedio	
1978	579,5	ALTA	(7-8)b
1979	618,7	ALTA	
1980	313,4	MEDIA	(5-6)
1981	257,8	BAJA	(3-4)
1982	489,5	MEDIA	
1983	330,2	BAJA	
1984	449,7	MEDIA	
1985	400,6	MEDIA	
1986	533,0	MEDIA ALTA	(6-7)

a: Agosto a noviembre.

b: Altura infección en una escala del 1 al 9.

CUADRO 3. Pérdidas causadas por *S. tritici* en diferentes temporadas, en la zona sur de Chile. E.E. Carrillanca.

TEMPORADA	RENDIMIENTO (QQ/HA)			PESO DE GRANO (MG)		
	C/F	S/F	DIF.	C/F	S/F	DIF.
1978/79	70,7	54,5	22,9%**	32,4	29,7	8,3%*
1979/80	73,1	37,7	48,4%**	27,2	20,2	25,7%**
1983/84	50,0	47,5	5,0%NS	34,0	34,0	0,0%NS
1984/85	50,3	44,9	10,7%NS	38,3	37,5	2,0%NS
1985/86	69,6	66,1	5,0%NS	37,0	34,1	7,8%NS
	74,0	66,5	10,1%*	37,0	36,0	2,7%NS
1986/87	76,0	72,2	5,0%NS	42,4	42,4	0,0%NS

FUENTE: Gilchrist, L. y Andrade, O.

CUADRO 4. Pérdidas causadas por *S. tritici* en tres épocas de siembra, en la zona sur de Chile. E.E. Carillanca.

EPOCA DE SIEMBRA	RENDIMIENTO (QQ/HA)		PESO DE GRANO (MG)	
	C/F	S/F	C/F	S/F
MAYO	69,3	56,6	31,1	24,8
PERDIDAS		18,3%		20,2%
AGOSTO	70,0	58,0	31,7	27,1
PERDIDAS		17,1%		14,5%
SEPTIEMBRE	51,9	46,5	26,7	25,7
PERDIDAS		10,4%		3,7%

FUENTE: Gilchrist, L. 1980.

CUADRO 5. Promedio de infección con *S. tritici* según época de siembra, en la zona sur de Chile. E.E. Carillanca.

EPOCA DE SIEMBRA	NOTA <i>S. tritici</i> X
ABRIL	5,3
MAYO	4,4
JUNIO	4,3
JULIO	3,9
AGOSTO	3,7
SEPTIEMBRE	2,6
OCTUBRE	1,6

FUENTE: Andrade, O. Prospección conjunta INIA-SAG 1982/83.
Comprende 55 siembras comerciales de la IX Región.

CUADRO 6. Fungicidas que han presentado buena efectividad en el control de *S. tritici* en la zona sur de Chile. E.E. Carillanca.*

TEMPORADA DE ENSAYO	FUNGICIDAS EFECTIVO	NOTAS INFECCION	
1978/79	Carbendazim + Maneb	7.0	
1979/80	Triadimefon	6.5	
	Testigo S/F	8.0	
1985/86	Propiconazole	6.4/52	7.5/32
1986/87	Flutriafol	6.1/49	7.0/32
	HWG 1608		7.3/32
	Prochloraz	6.2/48	7.3/33
	Testigo S/F	7.8/68	8.0/70

FUENTE: Gilchrist, L. y Andrade, O.
* Sólo en base a notas de infección.

CUADRO 7. Pérdidas causadas por *S. tritici* bajo inoculación artificial. E.E. Carillanca 1986/87.

VIVERO	PERDIDAS (%)	RANGO DE PERDIDAS (%)	
<u>INVERNALES</u>			
RENDTO. (QQ/HA)	C/I 49,9	23,9%	41,7-8,5%
	S/I 65,6		
PESO DE MIL GRANOS (Mg)	C/I 34,3	14,7%	30,0-2,7%
	S/I 40,2		
<u>ALTERNATIVOS</u>			
RENDTO (QQ/HA)	C/I 55,7	32,1%	52,2-8,5%
	S/I 82,1		
PESO DE MIL GRANOS (Mg)	C/I 35,4	17,9%	35,8-5,1%
	S/I 43,1		

Promedio de 25 líneas y variedades; 2 repeticiones de cada tratamiento.

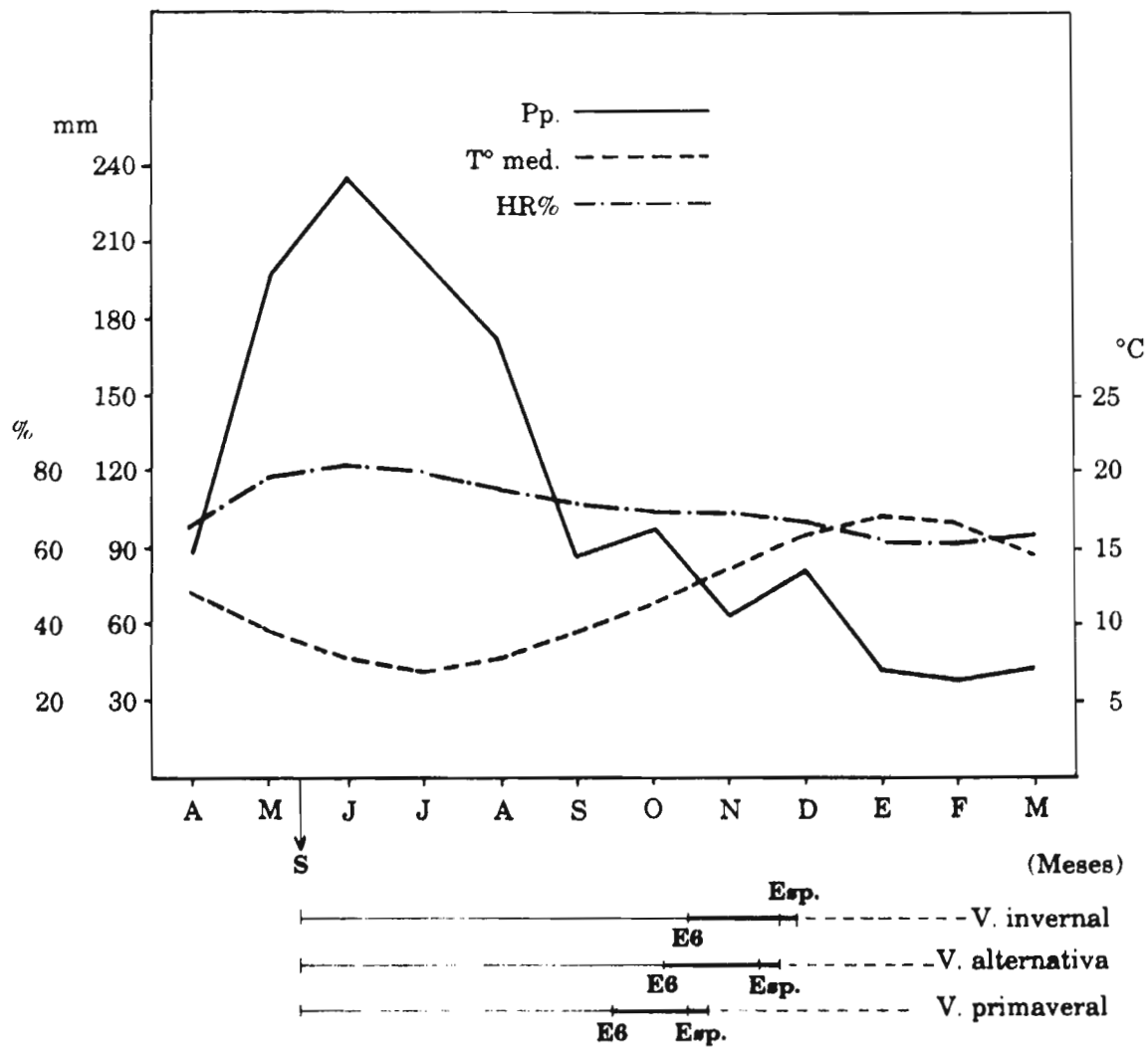


Figura 1. Características climáticas E.E. Carillanca-INIA.
Lat. 38°41' S Long. 72° 25' w Alt. 200 msnm

CONTROL QUIMICO CONTRA LAS ESPECIES DE *SEPTORIA* QUE ATACAN AL TRIGO EN EUROPA

G.H.J. Kema

Instituto de Investigación para la Protección de las Plantas
(IPO) Wageningen, Países Bajos

Resumen

En la mayoría de los países europeos, Leptosphaeria nodorum y Mycosphaerella graminicola han sido controlados en una forma similar. Además, en la mayoría de los países se han señalado los mejores resultados con la aplicación de procloraz o propiconazol para combatir ambos tizones. Estos fungicidas pueden complementarse con MBC o clorotalonil y, en ocasiones, con maneb y/o un triazol. Parece que la supresión del captafol no influyó en la eficacia del control de L. nodorum y M. graminicola. Varios investigadores informaron sobre los buenos resultados obtenidos con sólo una aplicación oportuna. Una aplicación de este tipo puede reducir la tasa de crecimiento del hongo y prevenir daños graves.

En relación con M. graminicola, se comprobó en Australia y Canadá que aplicaciones únicas en la ED 30 proporcionaban un buen control gracias a la acción protectora del fungicida. En esas regiones se prefiere este método en lugar del control de M. graminicola después del establecimiento de la enfermedad, ya que se produce la reducción de ascosporas viables transportadas por el viento (Ballinger et al., 1985). De acuerdo con las investigaciones en Inglaterra se puede concluir que las aplicaciones antes y después de la infección con procloraz, propiconazol y clorotalonil controlaron a M. graminicola. La detección de cepas de ambos hongos resistentes al MBC en condiciones de campo, constituye una advertencia, a pesar de los resultados satisfactorios obtenidos por otros investigadores. No se recomienda la aplicación por separado y frecuente de estos fungicidas.

En general, se puede concluir que los tratamientos de la semilla para controlar M. graminicola no producen un efecto (adicional) sobre el rendimiento.

Introducción

El tizón de la gluma y la mancha foliar causados por *Leptosphaeria nodorum* (anamorfo de *Septoria nodorum*) y *Mycosphaerella graminicola* (anamorfo de *Septoria tritici*) son componentes de las llamadas enfermedades de la madurez. Esto implica que el control de estas enfermedades a menudo se lleva a cabo usando fungicidas de amplio espectro que combaten también las royas y el mildiú polvoriento. *Leptosphaeria nodorum* se presenta con frecuencia y puede producir enfermedades severas (Figura 1). Se han comunicado pérdidas considerables en Alemania (30-50%), Inglaterra (37-43%) y Rumania (10-25%), y hasta del 60% en parcelas experimentales en los Países Bajos (Mittermeir y Hoffmann, 1985; King et al., 1983; Daamen, datos inéditos). Se observa la presencia de *M. graminicola* en cada temporada, pero

la intensidad es severa sólo durante períodos muy lluviosos. En general, *M. graminicola* no es el componente más importante del complejo de enfermedades de la madurez, si bien ha producido considerables pérdidas del rendimiento en Inglaterra y en la región del Egeo (King *et al.*, 1983; Jordan *et al.*, 1986; Saydam, 1981). Investigaciones recientes han hecho hincapié en la creciente importancia de *M. graminicola* en Inglaterra, donde se produjeron epifitias severas durante el verano (véanse las referencias originales en Jordan *et al.*, 1986; Royle *et al.*, 1986). No obstante, como se han publicado sólo algunos datos sobre el control químico de *M. graminicola* en Europa, también se han mencionado resultados en lugares fuera de Europa. Como la venta del captafol y de fungicidas similares a éste está oficialmente prohibida en la mayoría de los países europeos, gran parte de los resultados obtenidos con estos fungicidas no se mencionan en este trabajo.

Las enfermedades

En las figuras 1 y 2, se muestran las llamadas curvas de "isodaño" (Zadoks y Rijdsijk, 1984). Es obvio que la incidencia de *L. nodorum* es mayor y más severa que la de *M. graminicola*. Los efectos causados por *L. nodorum* son más graves en el noroeste y el centro de Europa. En general, ésta es también la región con la incidencia más elevada de *M. graminicola* (Figura 2). Especialmente en el noroeste de Europa, el clima es húmedo y frío y favorece tanto a *L. nodorum* como a *M. graminicola*.

Los fungicidas

En el Cuadro 1 se enumeran los fungicidas usados para controlar *L. nodorum* y *M. graminicola*. Es usual la aplicación de mezclas de diversos fungicidas de distintos grupos. En el primer grupo, el del MBC, todos contienen como ingrediente activo metil-bencimidazol-2-il-carbamato, o un precursor de este compuesto. Se indica la interferencia de los distintos grupos en el metabolismo de los hongos. El Cuadro 2 presenta los grupos mencionados en el Cuadro 1 con los nombres comunes de los ingredientes activos y algunas de las marcas registradas de los productos. Se ha observado en el laboratorio y en el campo el desarrollo de resistencia (indicada con un asterisco en el Cuadro 2) en los hongos a algunos de estos fungicidas (Horsten y Fehrmann, 1980a,b,c; Griffin y Fischer, 1985; Jordan *et al.*, 1986).

Cuando es necesario aplicar fungicidas más de una vez, se recomienda la diversificación para evitar la selección de cepas resistentes. Estas cepas podrían presentar resistencia cruzada a otros fungicidas del mismo grupo (Cuadro 2). En el caso de *M. graminicola*, se comprobó la resistencia cruzada a fungicidas del grupo del MBC, pero no entre fungicidas pertenecientes a distintos grupos y al del MBC (Griffin y Fischer, 1985). Se han detectado en el campo incidencias elevadas de cepas resistentes al carbendazim, lo que implica que el empleo de este MBC contra *M. graminicola* ya no es eficaz (Jordan *et al.*, 1986). Las morfolinás, los triazoles y los imidazoles inhiben la biosíntesis de ergosterol. No siempre se espera que se produzca resistencia cruzada entre las morfolinás y los grupos de triazol e imidazol por la interferencia diferente de estos grupos en este proceso (Figura 3). Sin embargo, es preferible evitar esas mezclas (Dekker, 1981). Se observó en *L. nodorum* el desarrollo de resistencia contra los MBC y se comprobó que

gradualmente aumentaba la frecuencia de las esporas resistentes después de nueve ciclos de infección en agar (únicamente). En el campo, se observó que pueden persistir las cepas resistentes aun cuando no se emplee el control químico. Esto implica que tanto las cepas sensibles como las resistentes tienen grados comparables de aptitud (Horsten y Fehrmann, 1980c). Varios investigadores recomiendan el uso alternado de los fungicidas (Dekker, 1977, 1981; Bagger y Thorell, 1985).

Métodos de control

Como ya se mencionó, la mayoría de los tratamientos se refieren al control químico de *L. nodorum*. Para el control químico específico de *M. graminicola*, se presentan datos provenientes de Australia, Canadá, la región del Egeo y, más recientemente, de Inglaterra. En Australia (Brown, 1984; Ballinger *et al.*, 1985) se efectuaron tratamientos con los fungicidas sistémicos imazalil, nuarimol, thiabendazol y triazoles. Si bien disminuyó considerablemente el porcentaje de plantas infectadas, no aumentó el rendimiento. Se confirmaron estos resultados en Canadá (Sutton y Roke, 1984). Un rociamiento único con benomil dos meses después de la siembra protegió al cultivo durante toda la temporada y no se determinó ningún efecto adicional del tratamiento de la semilla (Brown, 1984). La aplicación de propiconazol en la ED 30 y la ED 65 proporcionó un buen control de *M. graminicola* (más del 42%) y redujo el número de picnidios (Sutton y Roke, 1984). Saydam (1981) informó que se obtuvo un buen control de *M. graminicola* con tres aplicaciones de benomil en las ED 30, 32 y 45, o con dos aplicaciones de carbendazim en la ED 30 y la ED 37.

En Inglaterra, se comprobó que el clorotalonil (2 l/ha), el procloraz (1 l/ha) y el propiconazol (0.5 l/ha) eran fungicidas eficaces para controlar *M. graminicola* en tratamientos previos y posteriores a la infección. Sólo el clorotalonil inhibió la germinación de las picnidiosporas, pero no suprimió la expresión de los síntomas en experimentos posteriores a la infección, como se observó con el procloraz y el propiconazol. En condiciones de campo (después de la infección), sólo el procloraz impidió esta expresión de la enfermedad y, además, inhibió la aparición de infecciones nuevas en no menos de 28 días después de la última aplicación del fungicida. Esto indica su eficacia durante un período prolongado. Una ventaja del clorotalonil es su efecto sobre el inóculo dispersado por salpicadura de lluvia. Estos fungicidas de contacto también podrían dispersarse con la salpicadura de lluvia y disminuir de ese modo la viabilidad de los conidios que causan nuevas infecciones (Jordan *et al.*, 1986).

Best y Jordan (1985) han señalado que el propiconazol es el mejor fungicida comercial disponible para combatir *L. nodorum*. Estos investigadores destacaron la importancia del momento de la aplicación, como lo hicieron anteriormente Webster y Cook (1975). Boothroyd y Clare (1984) encontraron que se lograba un control similar de *L. nodorum* con el captafol y el clorotalonil. No obstante, con infecciones graves el propiconazol y el procloraz dieron mejores resultados; este último fungicida controla la infección por *L. nodorum* en las hojas, pero brinda menos protección en las espigas. Se ha recomendado la aplicación de los MBC ya avanzada la temporada y un tratamiento de este tipo con carbendazim + maneb + triadimefon proporcionó también un buen control para el ataque intenso de *L. nodorum*. Además, se

comprobó el retraso de la senescencia de las hojas, ya señalado en investigaciones anteriores (Fehrmann *et al.*, 1978).

En Polonia se aplicó con éxito el captafol para controlar tanto *L. nodorum* como *M. graminicola*. Janczek (1980) informó sobre este tratamiento y también sobre el control completo de *L. nodorum* usando triadimefon como tratamiento de la semilla.

La aplicación de los fungicidas fenpropimorfo + MBC y triadimefon + MBC y propiconazol produjo una disminución considerable de la infección con *L. nodorum* (Lisowicz, 1984).

En Dinamarca, se obtuvo un buen control de *L. nodorum* con propiconazol + MBC y procloraz + MBC (datos anónimos, 1982). Se han aplicado estos fungicidas en las ED 39 y 51. En 1983, se recomendaron el propiconazol, el procloraz + mancozeb y el fenpropimorfo + clorotalonil para combatir *L. nodorum*, y el triadimenol y el triadimefon para el control de *M. graminicola* (datos anónimos, 1983).

En Suecia, se obtuvo la mayor respuesta del rendimiento con la aplicación de propiconazol + fenpropimorfo (1 l/ha) en las ED 59-75 para combatir *L. nodorum* (Bagger, 1987). Sin embargo, esta combinación no controló a *L. nodorum* mejor que el propiconazol + carbendazim aplicados en la ED 30 (1,5 l/ha) y el propiconazol + tridemorfo en la ED 47 (3 l/ha). La mayor respuesta del rendimiento se obtiene gracias a las propiedades de amplio espectro del fenpropimorfo. Se ha señalado una alternativa preferible con el procloraz en la ED 31 (1 l/ha) y el fenpropimorfo + clorotalonil en la ED 39 (3 l/ha) (Birkler, 1986). Desde el punto de vista de la resistencia, es mejor evitar las mezclas de dos inhibidores específicos para un sitio (Dekker, 1981), aun cuando interfieran en sitios diferentes. En consecuencia, la última de las combinaciones mencionadas es mejor que la mezcla de propiconazol y fenpropimorfo, en particular porque esta mezcla no controló a *L. nodorum* mucho mejor que otras mezclas que incluían un inhibidor para sitios múltiples. Se ha comunicado el control de *M. graminicola* con benomil + mancozeb (Berggren, 1981). No obstante, es preciso tener en cuenta que *M. graminicola* no es en general muy dañino en Suecia.

En Francia, el procloraz y el procloraz + MBC proporcionaron el mejor control de *L. nodorum* (Blanquat, 1980). Se aplicaron estos fungicidas una vez en las ED 71-75 o en la ED 55. Daniau *et al.* (1980) destacaron las propiedades fungicidas del fenarimol + MBC + maneb. Se recomienda esta preparación (Rimidine plus) para combatir tanto *L. nodorum* como *M. graminicola*. Otras posibilidades mencionadas son el empleo del MBC + maneb y el triadimefon + MBC.

En Suiza se logró un buen control de *L. nodorum* con una aplicación de propiconazol en una etapa tardía del desarrollo de la planta, o con dos aplicaciones con un intervalo de 3-4 semanas (Speich y Urech, 1980).

En Alemania, se han señalado los buenos resultados obtenidos con el empleo de fungicidas complementados con captafol para combatir *L. nodorum* (Eberhard, 1978; Rasch *et al.*, 1980). Se lograron resultados aún mejores con otros fungicidas que son buenos sustitutos del captafol. Varios investigadores estudiaron los efectos anteriores y posteriores a la infección causados por los

fungicidas (Verreet y Hoffmann, 1986; Fehrmann y Ahrens, 1984; Verreet, 1986). De acuerdo con esas investigaciones, se puede concluir que los efectos previos a la infección de la anizalina, la guazatina, el iprodione, el procloraz, el propiconazol y el propiconazol + clorotalonil, no difieren de manera significativa. Sin embargo, las aplicaciones posteriores a la infección favorecieron los tratamientos con los tres últimos productos. El propiconazol + clorotalonil proporcionó un control químico mejor que el clorotalonil sólo y los fungicidas similares al captafol (Mittermeier y Jachmann, 1986; Mittermeier, 1986).

Fehrmann (1985) informó sobre el mejor control de *L. nodorum* obtenido con dos aplicaciones de procloraz en las ED 51 y 71, cinco días antes de la infección y 10 días después de la infección, respectivamente. Sólo el tratamiento posterior a la infección produjo un beneficio económico; esto concuerda con los resultados señalados por Jordan *et al.* (1986). El control de los áfidos no redujo la intensidad del ataque de *L. nodorum* (Basedow y Mielke, 1985).

En los Países Bajos, se han ensayado el captafol, el carbendazim, el propiconazol y el procloraz en experimentos en campo. Daamen (datos inéditos) informó en 1984 que se logró un buen control de *L. nodorum* con el procloraz, en comparación con los resultados obtenidos con el propiconazol o el MBC. Se confirmaron esos resultados en 1985. Stol (datos inéditos) comunicó en 1985 que se alcanzó un control considerable de *M. graminicola* con el procloraz o el MBC en campos de experimentación. Este investigador incluyó también el propiconazol y observó una disminución considerable de *M. graminicola* pero ningún aumento significativo del rendimiento. Para 1988, los servicios de extensión holandeses recomendaron las preparaciones de anizalina, clorotalonil, propiconazol y procloraz para combatir *L. nodorum* y *M. graminicola*.

Abstract

In most European countries, Leptosphaeria nodorum and Mycosphaerella graminicola have been chemically controlled, and best results have been obtained by applying prochloraz or propiconazole. These fungicides may be supplemented with MBC or chlorothalonil and sometimes with maneb and/or a triazole. Withdrawing captafol did not seem to influence effective control of L. nodorum and M. graminicola. Several researchers have reported good results with a single timely application. This type of application can reduce growth rate of the fungus and prevent severe damage.

In Australia and Canada single applications at GS 30 afforded good control of M. graminicola thanks to the fungicide's protective action. In that region, this method of control is preferred to controlling the fungus after disease establishment, assuming the number of viable ascospores carried by the wind is reduced (Ballinger et al., 1985). Based on research conducted in England, pre- and postinfection applications of prochloraz, propinconazole, and chlorothalonil are thought to give good control of M. graminicola. The detection of MBC-resistant strains of both fungi under field conditions constitutes a warning, despite satisfactory results reported by other researchers. Frequent and separate application of these fungicides is not recommended.

In general, it may be concluded that seed treatments for the control of M. graminicola do not have an (additional) effect on yield.

Bibliografía

Anónimo. 1982. Danish Research Service for Plant and Soil Science. 99th Annual Report, p. 67.

Anónimo. 1983. Danish Research Service for Plant and Soil Science. 100th Annual Report, p.100.

Bagger, O. 1987. Tilt top-earfaringer med blanding af propiconazole og fenpropimorph, Vaxtskyddsrapporter Jordbrug 42: 124-130.

Bagger, O. y H. Thorell. 1985. Tilt strategier, blandninger. Vaxtskyddsrapporter Jordbrug 39: 169-172.

Ballinger, D.J., J.S. Brown y J.F. Kollmorgen. 1985. Effect of fungicides applied at seeding on the incidence of stripe rust and speckled leaf blotch of wheat. *Annals of Applied Biology* (106) S 61: 74-75.

Basedow, T. y H. Mielke. 1985. Kann eine Insektizidbehandlung Winterweizen vor Befall durch die Spelzenbraune schützen? *Gesunde Pflanzen* 37 (4): 155-159.

Berggren, B. 1981. Brunflacksjuka (*Septoria nodorum*) och svartpricksjuka (*Septoria tritici*) på vete - en litteraturoversikt. Vaxtskyddsrapporter Jordbrug 19: 198.

Best, J.R. y V.W.L. Jordan. 1985 Evaluation of fungicides for control of *Septoria nodorum* in winter wheat. *Annals of applied biology* (106) S 61.

Birkler, H. 1986. Forble star - ett nytt bredverkannde svampmedel i strasad. Vaxtskyddsrapporter Jordbrug 39: 110-113.

Balnquat, A. de St., R.G. Harris, D.M. Weighton, H.A. du Chaffaut, F. Vernie y P. Garnier. 1980. Prochloraz - performance d'un nouveau fongicide des céréales en végétation. *Med. Fac. Landbouww. Rijkuniv. Gent* 45/2: 305-314.

Boothroyd, D. y R.W. Clair. 1984. Fungicides for the control of ripening disease in winterwheat. *Proc. Brit. Crop Protect. Conf. Pests Dis.*, pp. 115-120.

Brown, J.S. 1984. The effect of systemic fungicides, applied as seed treatments or early foliar sprays, on speckled leaf blotch of wheat, *Mycosphaerella graminicola* (Fukel) Schroeter. *Crop Protection* 3 (1): 59-65.

Corbett, J.R., K. Wright y A.C. Baillie. 1984. The biochemical mode of action of pesticides. 2a. edición. Academic Press. 382 pp.

Daniau, P., F. Gueguen, J.L. Leca y P. Prove. 1980. Rimidine plus, spécialité fongicide présentant de nouvelles possibilités pour le traitement des céréales en végétation. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 45/2: 277-287.

Dekker, J. 1977. Resistance. In: Systemic Fungicides. R.W. Marsh, ed. Longman. p. 401.

Dekker, J. 1981. Strategies for avoiding resistance to fungicides. In: Strategies for the control of cereal disease. J.F. Jenkyn y R.T. Plumb, eds. Blackwell Scientific Publication, p. 219.

Eberhard, E.D. 1978. Die Bekämpfung von Ahrenkrankheiten an Wizen mit der Fungizid - Kombination BCM + Captafol, Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 43/2: 969-977.

Ferhmann, H. 1985. Chemical control of *Septoria nodorum* in wheat. Proc. of the workshop, August 2-4, 1983. Bozeman, Montana: Montana State University.

Ferhmann, H., P. Reinecke y U. Weihofen. 1978. Yield increase in winter wheats by unknown effects of MBC-fungicides and Captafol. Phytopathologisches Zeitschrift 93: 395-362.

Ferhmann, H. y W. Ahrens. 1984. Weizenbefall durch *Septoria nodorum* und Ahrenfusariozen II. Spritzanwendung kurativ wirksamer Fungizide. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 91 (2): 113-121.

Griffin, M.J. y N. Fischer. 1985. Laboratory studies on benzimidazole resistance in *Septoria tritici*. EPPO Bulletin 15: 505-511.

Horsten, J. y H. Fehrmann. 1980a. Fungicides resistance of *Septoria nodorum* and *Pseudocercospora herpotrichoides*. I. Effect of fungicides application on the frequency of resistant spores in the field. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 87: 439-453.

Horsten, J. y H. Fehrmann. 1980b. Fungicides resistance of *Septoria nodorum* and *Pseudocercospora herpotrichoides*. II. Characterization of resistant strains. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 87:513-522.

Horsten, J. y H. Fehrmann. 1980c. Fungicides resistance of *Septoria nodorum* and *Pseudocercospora herpotrichoides*. III. Survival ability of resistant strains in mixed populations. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 87: 577-580.

Janczek, C. 1985. Effectiveness of Baytan seed dressings as shown by results of field experiments carried out with cereals. Ochrona Roslin (resumen).

Jordan, V.W.L., T. Hunter y E.C. Fielding. 1986. Biological properties of fungicides for the control of *Septoria tritici*. Proc. Brit. Crop Protect. Conf. Pests Dis., pp. 1063-1069.

King, J.E., R.J. Cork y S.C. Melville. 1983. A review of *Septoria* diseases of wheat and barley. Annals of applied biology 103: 345-373.

Lisowicz, F. 1984. Effectiveness of new fungicides in the control of brown rust and *Septoria* leaf spot of wheat under conditions of South-Eastern Poland. *Ochrona Roslin* (resumen).

Mittermeier, L. y G.M. Hoffmann. 1985. Zur Wirksamkeit von Fungizidapplikationen in verschiedenen Wachstumsstadien des Weizens auf *Septoria nodorum*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 92: 76-88.

Mittermeier, L. y H.Th. Jachmann. 1986. Sambarin: Ein neues Fungizid zur Bekämpfung von Ahrenkrankheiten insbesondere Ahrenseptoria in Weizen.

Mittermeier, L. 1986. Neue Möglichkeiten bei der Bekämpfung von Ahrenkrankheiten an Weizen mit Sambarin. *Gesunde Pflanzen* 38: 30-33.

Rasche, E., H. Stingler y H. Moter. 1980. Pyrazofhos + Captafol, eine neue Fungizid-Kombination zur Bekämpfung von Ahrenkrankheiten des Weizens. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 45/2: 257-303.

Royle, D.J., M.W. Shaw y R.J. Cook. 1986. Patterns of development of *Septoria nodorum* and *Septoria tritici* in some winter wheat crops in Western Europe, 1981-83. *Plant Pathology* 35: 466-476.

Saydam, C. 1981. Prevalence and control of *Septoria* leaf blotch in the Aegean region. *EPPO Bulletin* 11 (2): 59-62.

Speich, J. y P.A. Urech. 1980. Tilt: a new broad spectrum foliar fungicide for cereals. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 45/2: 315.

Sutton, J.C. y G. Roke. 1984. Relationships of cultivar sowing date and fungicide treatment to progress of *Septoria tritici* blotch and *Septoria nodorum* blotch in Ontario winter wheat. *Proc. Brit. Crop Protect. Conf. Pests Dis.* pp.121-126.

Verreet, J.A. 1986. Pra- und Postinfektionelle Wirkung von Fungiziden gegen *Septoria nodorum* bei Weizen. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.* pp. 195.

Verret, J.A. y G.A. Hoffmann. 1980. Beitrag zur Pra- und Postinfektionellen Wirkung von Captafol und Prochloraz gegen *Septoria nodorum*. *Gesunde Pflanzen* 38: 195-200.

Zadoks, J.C. y F.H. Rijdsdijk. 1984. Atlas of cereal diseases and pests in Europe. Vol. II. Pudov Wageningen. 169 pp.

CUADRO 1. Propiedades de los fungicidas que controlan *Leptosphaeria nodorum* y *Mycosphaerella graminicola*.¹

Sistémicos rativo	MBC	procesos nucleares (mitosis)	protector/cu
Morfolinas		biosíntesis de ergosterol	d
Triazoles		id.	id.
Imidazoles		id.	id.
Compuestos organofosfóricos		procesos enzimáticos	id.
Metanoles de pirimidine		id.	id.
Varios			
No sistémicos	Ditiocarbamatos	procesos enzimáticos o grps. tiol	protector
	Dicarbóximidias	mitosis	id.
	Varios	grupos-tiol celulares	id.

¹ derivado en parte de Corbett et al. (1984)

CUADRO 2. Nombres comunes de los ingredientes activos de los fungicidas que se ha informado que controlan *Leptosphaeria nodorum* y *Mycosphaerella graminicola*. Se incluyen algunas marcas comerciales.

Grupo	nombres comunes de ingredientes activos	trade marks
MBC*	metil tiophanato carbendazim	Topsin M Bavistin,
Delsene	benomil	Benlate
Morfolinas*	fenpropimorfo tridemorfo	Corbel Calixin
Triazoles*	propiconazol triadimefon triadimenol	Tilt 250 EC Bayleton Bayfidan,
Baytan	etaconazol	Sonax, Vanguard
Imidazoles* (semilla)	procloraz imazalil	Sportak Fungaflor
Pirimidina metanoles* Triminol,	nuarimol fenarimol	Trimidal, Rubigan
Ditiocarbamatos Manzate	maneb mancozeb	Dithane M22, Dithane M45
Dicarboximidias*	iprodione	Rovral
Varios (semilla)	guazatina clorotalonil anizalina	Panoctine Daconil, Bravo Dyrene
(semilla)		

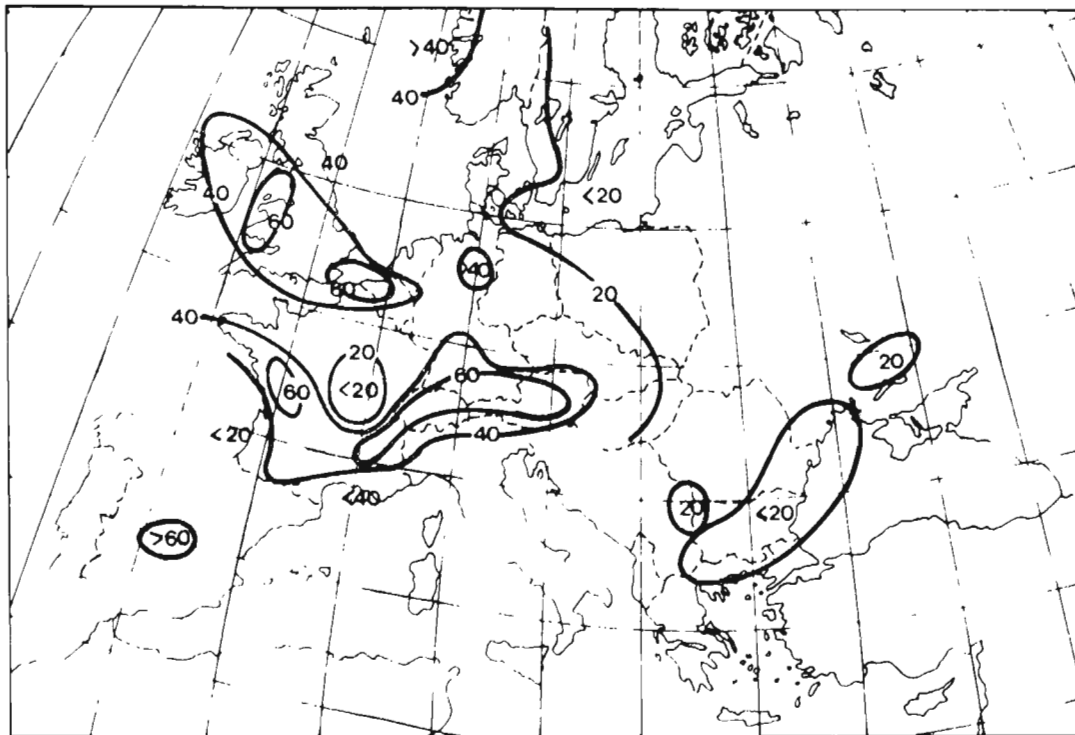


Figura 1. Distribución de *L. nodorum*. Las cifras en el mapa representan las curvas de "isodaño" (tomado de Zadoks y Rijdsijk, 1984).

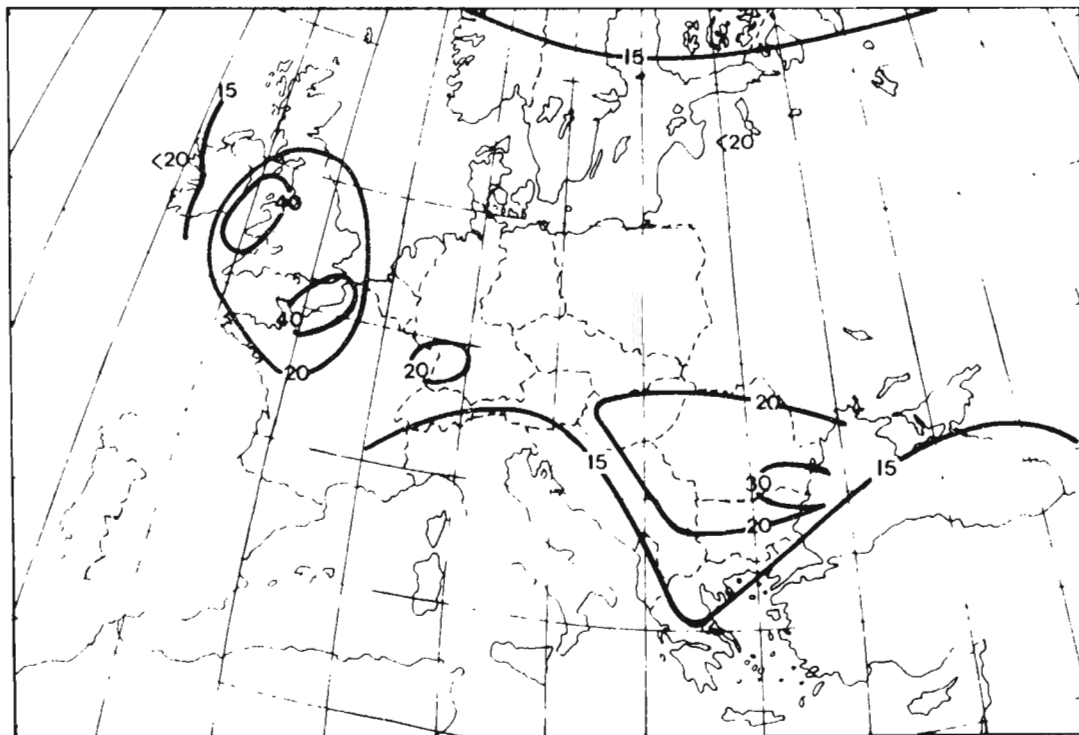


Figura 2. Distribución de *M. graminicola*. Las cifras en el mapa representan las curvas de "isodaño" (tomado de Zadoks y Rijdsijk, 1984).

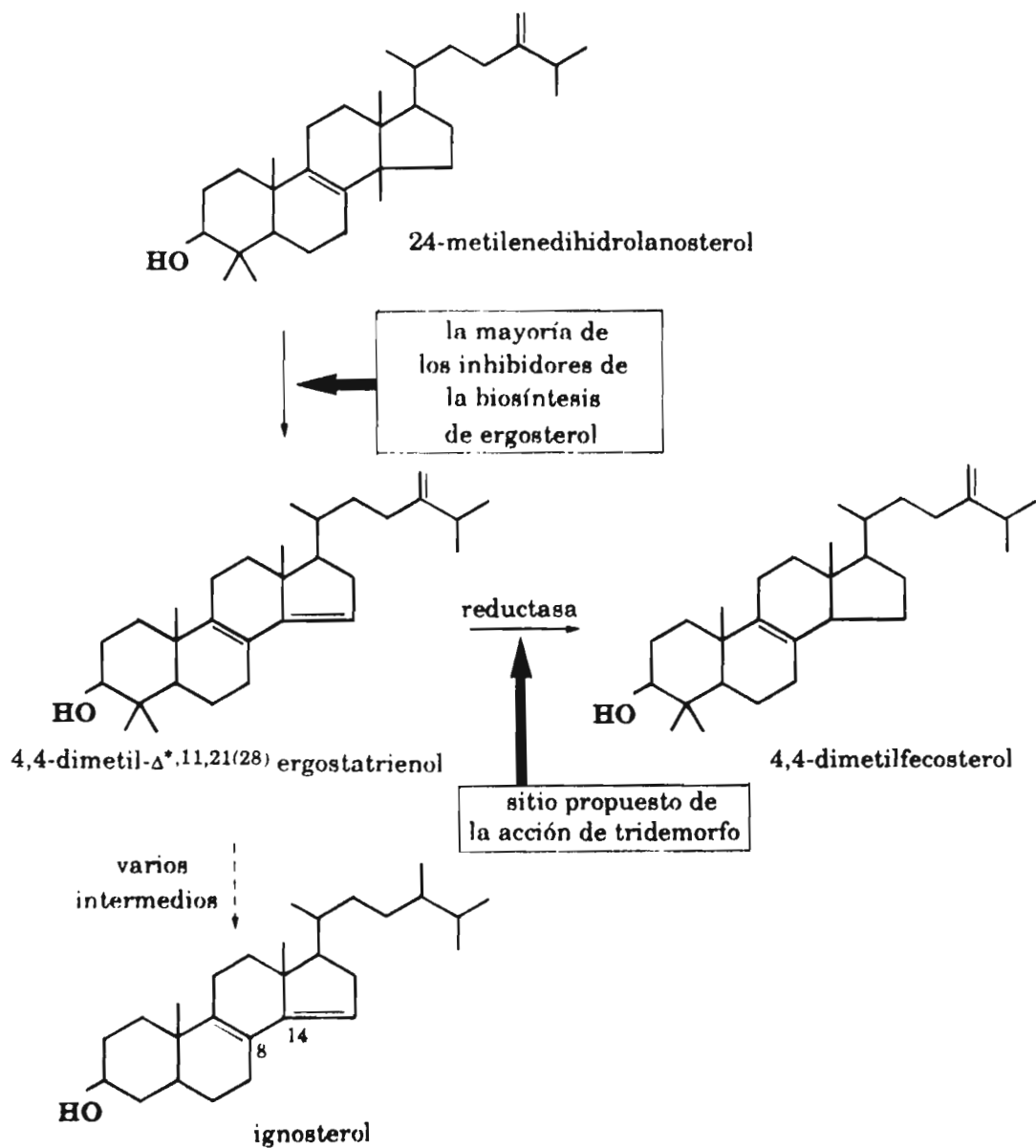


Figura 3. Posible interferencia del imidazol y de otros inhibidores de la biosíntesis de ergosterol (tomado de Corbett *et al.*, 1984).

PARTICIPANTES EN LA CONFERENCIA REGIONAL SOBRE LA SEPTORIOSIS DEL TRIGO

Argentina

Juan G. Annone
INTA
Caja Postal 31
2700 Pergamino,
Argentina

Hector O. Arriaga
UNLP
Caja Postal 31
1900 La Plata, Buenos Aires
Argentina

Francisco J. Babinec
U.N. Lomas de Zamora
Caja Postal 95
1832 Lomas de Zamora, Buenos
Aires
Argentina

Cristina A. Cordo
UNLP
Caja Postal 31
1900 La Plata, Buenos Aires
Argentina

A. Galich
INTA
Casilla Correo 21
2580 Marcos Juárez, Córdoba
Argentina

M.V. Galich
INTA
Casilla Correo 21
2580 Marcos Juárez, Córdoba
Argentina

A. Legasa
INTA
Casilla Correo 21
2580 Marcos Juárez, Córdoba
Argentina

Analia E. Perello
UNLP
60 y 118 Caja Postal 31
1900 La Plata, Buenos Aires
Argentina

Brasil

N.A. Giordani
CEP-FECOTRIGO
Caja Postal 10
RS-342 Km. 14
98.100 Cruz Alta, R.S.
Brasil

N. Neto
CEP-FECOTRIGO
Caja Postal 10
RS-342 Km. 14
98.100 Cruz Alta, R.S.
Brasil

Ariano M. Prestes
CNPT/EMBRAPA
Caja Postal 569
BR285 Km. 174
99.001 Passo Fundo, RS
Brasil

Chile

Orlando Andrade V.
INIA
Casilla 58-D
Temuco, Chile

M. Mellado
INIA
Casilla 426
Quilamapu, Chillán
Chile

Guatemala

Valentín Azañon López
ICTA
Apartado Postal 7
Olintepeque, Quetzaltenango
Guatemala

Israel

Zahir Eyal
Tel Aviv University
Ramat-Aviv 69978
Israel

Kenya

P.F. Arama
Estación de Fitomejoramiento
Njoro, Kenya

México

Blanca L. Gómez Lucatero
INIFAP
Independencia 135
Uruapan, Mich.
México

Rebeca M. González Iñiguez
INIFAP
Independencia 135
Uruapan, Mich.
México

Paraguay

Hugo Delgado
IAN/MAG
Caacupé
Paraguay

Lidia de Viedma
CRIA/MAG
Capitán Miranda, Encarnación
Paraguay

The Netherlands

Gert H.J. Kema
IPO
P.O. Box 9060
6700 GW, Wageningen
The Netherlands

C.H. van Silfhout
IPO
P.O. Box 9060
6700 GW, Wageningen
The Netherlands

Uruguay

M. Díaz de Ackerman
EELE, CIAAB, MGAP
Caja Postal 39173
La Estanzuela, Colonia
Uruguay

S. Germán
EELE, CIAAB, MGAP
Caja Postal 39173
La Estanzuela, Colonia
Uruguay

C. Perea
EELE, CIAAB, MGAP
Caja Postal 39173
La Estanzuela, Colonia
Uruguay

CIMMYT

L. Gilchrist
CIMMYT
Apdo. Postal 6-641
06600 México, D.F.
México

M.M. Kohli
CIMMYT
Caja Postal 1170
Asunción,
Paraguay

L.T. van Beuningen
CIMMYT
Caja Postal 1170
Asunción,
Paraguay

A.R. Klatt
139 Agricultural Hall
Oklahoma State University
Stillwater, Oklahoma 74078
USA

E. Torres
P.O. Box 835967
Richardson, Texas 75083-5967
USA

ISBN 968-6127-55-0



Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
International Maize and Wheat Improvement Center
Lisboa 27, Apartado Postal 6-641, 06600 México, D.F. México