

Biología y epidemiología de las septoriasis del trigo en Andalucía occidental

J. P. MARÍN SÁNCHEZ y J. AGUIRRE BERRUEZO

Septoria tritici y *S. Nodorum* son dos patógenos importantes del trigo en Andalucía. La incidencia y severidad por ambas especies fue evaluada, mediante muestreos, en las principales áreas trigueras, durante el período 1980-1985. Asimismo, se realizaron experimentos en condiciones de campo o de ambiente controlado, sobre la biología y epidemiología de ambas especies. Aquí se exponen los resultados de tales muestreos y experimentos, con la idea de determinar el comportamiento de ambos patógenos.

J. P. MARÍN SÁNCHEZ y AGUIRRE BERRUEZO. ETSIA. Alameda del Obispo, s/n. Apartado 3.048. Córdoba.

INTRODUCCION

Septoria tritici Rob. ex Desm., teleomorfo: *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter, y *Septoria nodorum* (Berk.) Berk., teleomorfo: *Leptosphaeria nodorum* Müller, son las especies causantes de una de las enfermedades más importantes del trigo en el mundo. Ambas se encuentran distribuidas en España, y su importancia ha sido cuantificada en Andalucía (MARÍN, 1985 a).

Ambas especies pueden causar epidemias severas, las cuales se producen tanto en zonas con lluvias frecuentes como en otras donde las precipitaciones no superan los 250 mm. durante el ciclo del cultivo. Asimismo, el amplio rango de temperaturas (10-35°C.) en que pueden desarrollarse, el uso de variedades susceptibles y la intensificación de las prácticas de cultivo, posibilitan una amplia distribución geográfica.

El concepto actual de lucha integrada señala, como objetivo fundamental, el mantener las poblaciones del patógeno y del cul-

tivo en un equilibrio tal que dicho cultivo conserve sus cualidades agronómicas durante el mayor tiempo posible; esto es, que las posibles pérdidas en calidad o cantidad de la cosecha sean aceptables económicamente por el agricultor, y que esta situación se mantenga mientras el cultivo sea de interés.

La lucha contra las enfermedades, en los términos anteriores, requiere un diagnóstico preciso, una evaluación de su importancia y una estimación de las pérdidas de cosecha asociadas con las mismas. Los métodos concretos de lucha dependerán de las características propias de cada patosistema agrícola en cuanto a la biología del patógeno y a la epidemiología de la enfermedad que causa.

El objetivo de este trabajo es resumir los conocimientos que, sobre la biología y epidemiología de estas enfermedades, hemos adquirido tras su estudio, durante seis años, en Andalucía Occidental (A.O.), a fin de que sirvan para establecer las bases de una estrategia de lucha.

BIOLOGIA

El inóculo y sus fuentes

Ascosporas y/o conidias pueden constituir el inóculo primario en A.O. Semillas y restos de cosecha son fuentes de dicho inóculo, si bien, su importancia epidemiológica es diferente (SANDERSON y HAMPTON, 1978). El muestreo de campos con plantas enfermas, indicó que el estado *Mycosphaerella* se recuperó con frecuencias de: 1% de campos, 20% de incidencia y con una relación ascosporos/picnidios que no superó el 5 por mil. El estado *Leptosphaeria* se recuperó con frecuencias inferiores a las citadas. En semillas procedentes de espigas infectadas, la transmisión difirió según el método: cámaras húmedas o siembra en macetas. En el primero se recuperaron entre el 80-100% de las semillas, y en el segundo entre el 10-50% de las plántulas (datos no publicados). Los restos de cosecha (tallos y hojas) constituyeron la fuente principal de inóculo primario, fundamentalmente conidias.

Producción, liberación y dispersión del inóculo

Humedad, temperatura y naturaleza del tejido vegetal, son los factores que influyen en estos procesos. La formación de picnidios en ambas especies se produce en un rango de 7-34°C., con óptimo 18-22°C. variando el período de latencia según una función hiperbólica, con máximo de 37 días (7°C.) y mínimo de 11 (2°C.), en variedades moderadamente susceptibles o susceptibles (MARIN y AGUIRRE, 1985 b). Para la liberación de las conidias se precisa agua libre o humedades relativas entre 90-100%. Así, el período infeccioso oscila entre 2,5 días (26°C.) y 17 días (7°C.), no liberándose conidias o escasamente bajo el 90% de H.R. La densidad de picnidios es máxima entre 14-22°C. y mínima bajo 10 o sobre 24, sus valores oscilan

entre 150-200 picn./0,25 cm.² y 10-50 picn./0,25 cm.² Además, *S. tritici* produce picnidios sólo en tejido plesionecrótico, mientras *S. nodorum* los produce en ambos, plesionecrótico y holonecrotico.

La dispersión del inóculo se produce por salpicadura. La cantidad de lluvia requerida se ha establecido en 5-10 mm., cayendo durante 48 horas y con intensidad de 2 mm./h. (JORDAN y OVERTHROW, 1980). Estas cifras explican nuestras observaciones (AGUIRRE y MARIN, 1984 a). La distancia de dispersión puede llegar hasta 1 m. lateralmente y 2 m. en altura (WALE y COLHOUN, 1979).

El inóculo secundario lo constituyen las conidias; sus cadenas de infección se repiten a lo largo del ciclo del cultivo, llegando al final del mismo los picnidios que permanecen viables entre 6 y 24 meses.

HUESPEDES Y ESPECIALIZACION FISIOLÓGICA

Entre las gramíneas, los géneros *Hordeum*, *Poa* y *Aegilops*, se han citado como huéspedes secundarios (BROKENSHERE, 1975). Nuestras prospecciones en A.O., han resultado en aislamientos de *S. nodorum* de variedades cultivadas de cebada, si bien con escasa importancia epidemiológica (1 campo; incidencia menor del 1%).

En el caso de las especies de *Septoria* citadas aquí, no se ha encontrado una verdadera especialización fisiológica intergenérica o interespecífica. Se ha citado y hemos contrastado experimentalmente el fenómeno de pseudoadaptación (datos no publicados). La especialización fisiológica intraespecífica, es aún un tema discutido. No se ha citado raza-especificidad en *S. nodorum*, y son escasas las citas para *S. tritici*. Los componentes del patosistema andaluz de *Septoria*/trigo, analizado por nosotros, no permiten caracterizarlo como raza-específico para ambas especies; además, el fenómeno de pseu-

doadaptación a nivel intraespecífico, presente en nuestro patosistema, señala una situación de pseudoespecificidad o pseudoadaptación en el mismo.

RESISTENCIA

El conocimiento de la especialización fisiológica es un prerequisite para establecer el tipo de resistencia y su utilización. En caso de *S. nodorum* no existe raza-especificidad, por tanto, su resistencia sería raza-no-específica (R. horizontal *sensu* Van der Plank); mientras en *S. tritici*, siendo lo más frecuente la resistencia anterior hay casos citados de raza-especificidad; nuestro caso estaría entre las resistencias del tipo no específico.

Los caracteres que suelen utilizarse al analizar el tipo de resistencias son: severidad foliar, período de latencia y densidad de picnidios. Las listas de variedades de interés potencial o actual en A.O., evaluadas según el primer carácter, han sido publicadas por el S.E.A. de Andalucía. Nuestros resultados son, prácticamente, coincidentes y manifiestan que en este área, donde alrededor del 80% de la superficie se dedica a trigos blandos, las variedades más extendidas son susceptibles a ambas especies (MARÍN y AGUIRRE, 1985 a).

En la mejora por resistencia se han considerado la regulación genética, su origen y la metodología a seguir en tal patosistema. La resistencia a *S. nodorum* es más frecuente en trigos de invierno que de primavera, encontrándose altos niveles de resistencia en algunas líneas de *Aegilops squarrosa*, *Triticum timopheevi* y algunas variedades de trigo, particularmente Atlas 66. Alta resistencia a *S. tritici* se ha observado en *Triticum dicoccum*, *T. carthicum*, *T. polonicum*, *T. pyramidale* y muchas variedades de *T. durum* (SHIPTON *et al.*, 1971). La resistencia de Atlas 66 parece estar controlada por un gen sim-

ple dominante. La resistencia a *S. tritici* es poco conocida; se ha citado gobernada por genes simples dominantes que se heredan independientemente en algunas variedades; en otros casos parece estar determinada por tres genes recesivos. Tolerancia por varios loci aditivos, se ha citado en ambas especies (SHIPTON *et al.*, 1971).

En *Septoria* spp. hemos comprobado una alta correlación entre las reacciones en plántula y planta adulta. Por otra parte, ambas especies producen fitotoxinas que reproducen los síntomas de las conidias, lo cual unido a la posibilidad de obtenerlas en cultivo, abre perspectivas de uso, en ausencia de raza-especificidad.

EPIDEMIOLOGIA

El análisis epidemiológico usado con más frecuencia en la actualidad es de tipo sintético; el uso del parámetro *r* de Van der Plank es un ejemplo. Tal aproximación es poco realista desde el punto de vista biológico, por lo que cada día son más frecuentes las aproximaciones analíticas mediante los parámetros período de latencia y período infeccioso. Tales tendencias se manifiestan prácticamente en una cualificación de las epidemias, y en el uso de parámetros tasa con significado biológico (tasa básica de infección y tasa básica corregida).

Naturaleza de las epidemias

Los datos ofrecidos en el apartado BIOLOGIA, ponen de manifiesto la importancia de las conidias frente a las ascosporas como inóculo. Podemos establecer así que, en A.O., las epidemias por ambas especies de *Septoria* son del tipo «homogéneo», iniciadas y desarrolladas por conidias.

De los datos correspondientes al período de latencia, y considerando que el tiempo epidémico en A.O. puede ser entre 5-10 veces superior al período de latencia, pode-

mos cualificar a dichas epidemias como «policíclicas».

Análisis epidemiológico

El «comienzo» de las epidemias en A.O. (severidad 5-10%) suele situarse en el estado fenológico (E.F.) del primer nudo visible (según factores ambientales), si bien estos niveles de enfermedad se han podido observar en E.F. de plántula con 3 hojas verdaderas. Tal «comienzo» sucede entre primeros de febrero y primeros de marzo, con temperaturas medias que superan 7°C. Cumpliéndose esta fase «experimental» entre 15-40 días. La fase «logit» suele comenzar en los E.F. final de encañado-comienzo de zurrón (mediados de marzo-primeros de abril) y prolongarse hasta el E.F. grano lechoso (finales de abril-mediados de mayo), siendo su duración de 20-30 días, al final de la cual la severidad es de 60-90% y comienza la fase «terminal» de la epidemia, llegando a severidades de 90 o prácticamente 100%. Estos datos representan las situaciones más frecuentes con precipitaciones y temperaturas favorables; bajas temperaturas (7-10°C.) o precipitaciones (50 mm. o menos) durante la fase «logit», retrasan el desarrollo de las epidemias llegando a severidades del 20% al final de las mismas.

Relación entre climatología y desarrollo epidémico

Se trata de correlacionar las temperaturas y precipitaciones con el desarrollo epidémico. En este sentido, nuestros experimentos en ambiente controlado con rango de temperaturas 7-26°C. y H.R. 90-100%, resultaron en tasas de crecimiento del tejido enfermo negativamente correlacionadas con la temperatura ($r=0,7$, 10°C.; $r=0,3$, 26°C.), si bien, la diferencia en alcanzar niveles del 1% de severidad llegó a ser de 30 días de retraso a bajas temperaturas frente a las más elevadas. Esto indicaría que el retraso de las epide-

mias en el campo a bajas temperaturas se podría deber a dificultades en la producción de inóculo por senescencia foliar, o a dificultades en la dispersión porque las hojas superiores limiten la acción de la lluvia sobre las hojas bajas infectadas. Las correlaciones clima/epidemia en campo, mostraron los siguientes valores más significativos: incremento de severidad (I.S.)/I precipitaciones ($R=0,8888$, p , 0,01); I.S./nº días de lluvia ($R=0,7730$, p , 0,01; $R=0,8380$, p , 0,05); I.S./I temp. media ($R=-0,7240$, p , 0,05; $R=-0,7810$, p , 0,01); I.S./I temp. mínima ($R=-0,967$, p , 0,01; $R=-0,9810$, p , 0,01).

Relación «cantidad de enfermedad»/pérdidas de cosecha

En la literatura se han citado un número de fórmulas que correlacionen linealmente ambos parámetros:

$y=-2,6943+0,6366 x$; $y=x$; $y=0,7111 x$
 donde: y =porcentaje de pérdidas; x =severidad foliar en los E.F. grano acuoso o grano pastoso (KRANZ, 1974; ZIV y EYEAL, 1978). En nuestro caso es el área bajo la curva epidémica la correlacionada con las pérdidas de cosecha, en lo cual coincidimos con otros autores (FORRER y ZADOKS, 1983). No obstante, la gran variabilidad observada al relacionar ambos parámetros, no permite una precisión en las fórmulas, por lo que, a efectos prácticos, indicaremos unos índices que son conservativos y que pueden ser de utilidad en A.O.: considerando el E.F. grano lechoso, severidad media, en las 4 últimas hojas, del 30% se han correspondido con el 10% de pérdidas; $S=50\%$ con el 20-25%; y $S=80-90\%$, con el 40-45%.

ESTRATEGIAS DE LUCHA

De acuerdo con los conocimientos sobre biología y epidemiología expuestos, deter-

minaremos los medios de lucha aplicables, los cuales constituirán la estrategia de lucha contra las Septoriosis del trigo en A.O.:

Medios generales de lucha	Medios de lucha aplicables
Evitación (o escape) ...	Semilla no infectada. Retraso en la fecha-siembra.
Exclusión del patógeno. Erradicación del patógeno.	Tratamiento de semilla. Rotación de cultivos. Quemado del rastrojo. Enterrado del rastrojo.
Protección de la planta.	Fungicidas protectores. Modificación del estado nutricional de la planta.
Resistencia	Uso de variedades resistentes. Mezcla de variedades.
Terapia	Uso de fungicidas sistémicos.

Resumiendo, los métodos de lucha aplicables en nuestra estrategia, podríamos considerar los siguientes:

— *Manejo de la semilla*: Es recomendable el uso de semilla procedente de campos con plantas libres de infección en la espiga. En caso de no ser posible, tratar la semilla con fungicidas; entre éstos, benomilo, carbendazima, triadimefon, metil-tiofanato, fuberidazol, maneb, simples o en mezclas, han dado resultados aceptables (Anónimo, 1980).

— *Modificación de las prácticas culturales*: Cualquiera de los métodos propuestos, rotación de cultivos de 2 o más años, quemado de rastrojo, enterrado de rastrojo, equilibrio en la fórmula de abonado o retraso en la fecha de siembra, tienen un efecto sobre la disponibilidad del inóculo primario o su acción en la planta. No obstante, al estar sujetos algunos de ellos a factores no dependientes del agricultor, los hace difíciles de aplicar.

— *Uso de la resistencia*: Las variedades de trigos blandos más extendidas en la actualidad en A.O., muestran reacción susceptible a ambas especies de *Septoria*; es, por tanto,

aconsejable su sustitución por otras con resistencia estable. Este es un proceso que está desarrollando el Servicio de Investigación y Extensión Agraria de Andalucía.

Otra estrategia que se ha propuesto es la mezcla de variedades. Se trata de retrasar el desarrollo de las epidemias al disminuir la efectividad del inóculo. Las exigencias de calidad industrial, y la distinta fenología de las variedades, hacen considerar esta posibilidad para un futuro.

— *Uso de fungicidas*: Las dificultades en modificar las prácticas culturales y la situación de susceptibilidad de las variedades, indican que es el uso de fungicidas el medio más frecuente en el control de las Septoriosis.

El uso eficaz de los mismos requiere conocer: a) tipo(s) de fungicida(s); b) momento de iniciar los tratamientos, y c) número de tratamientos.

a) Tipo(s) de fungicida(s): maneb, mancozeb, benomilo, carbendazima, captafol, triadimefón, propiconazol, etc., han mostrado un efecto sobre ambas especies (Anónimo, 1980).

b) Momento de aplicación: La dependencia de las precipitaciones de estas enfermedades, recomienda el no realizar tratamientos sistemáticos, sino cuando exista un riesgo de epidemias severas. En este sentido, conviene señalar que no se observan efectos significativos de los fungicidas cuando son aplicados a partir del E.F. «grano pastoso blando», y que, en nuestras condiciones (A.O.), las epidemias tienen su fase de crecimiento más rápido, entre el «encañado» y el «grano acuoso» o «grano lechoso», cumpliéndose tal fase entre 20 y 40 días, donde la epidemia puede crecer desde el 10-90% de severidad.

c) Número de tratamientos: Esta cuestión está relacionada con la economía del cultivo, y ésta con la relación cosecha, costo del tratamiento y disminución de las pérdidas de cosecha. A este respecto, las evaluaciones de

las pérdidas medias, por estas enfermedades, en A.O., durante el período 1980-84, indican que, en términos medios, más de dos tratamientos no están justificados económicamente (MARÍN, 1985 b).

Biología, epidemiología y control de estas enfermedades continúan investigándose en A.O. Las correspondientes al control con fungicidas son objeto de publicación en esta Revista.

ABSTRACT

MARÍN SÁNCHEZ, J. P. y AGUIRRE BERRUEZO, J.: Biología y epidemiología de las septoriosis del trigo en Andalucía occidental. *Bol. San. Veg. Plagas*, 12: 313-318.

Both *Septoria tritici* and *S. nodorum*, are now considered to be important pathogens of wheat in Andalucía (Southern Spain).

The incidence and severity of winter wheat Septoria diseases was surveyed in all mayor wheat growing areas, during 1980-1985. Biology and epidemiology of both species *Septoria tritici* or *S. nodorum* were studied under field or controlated conditions. This paper reports the results of these surveys and experiments, with the primary aim to determine the basic behaviour of the two *Septoria* pathogens.

REFERENCIAS

- ANÓNIMO, 1980: The use of fungicides and insecticides on cereals. *ADAS*, 68 pp.
- AGUIRRE, J. y MARTÍN, J. P., 1984: Caracterización epidemiológica de las Septoriosis del trigo en Andalucía Occidental durante 1983-84. Comunicación III Congreso S.E.F. Tenerife.
- BROKENSHIRE, T., 1975: The role of graminaceous species in the epidemiology of *Septoria tritici* on wheat. *Plant Pathology*, 24: 33-38.
- EYAL, Z., 1974: The relationship between epidemics of Septoria leaf blight and yield losses in spring wheat. *Phytopathology*, 64: 1385-1389.
- FORRER, H. y ZADOKS, J., 1983: Yield reduction in wheat in relation to leaf necrosis caused by *Septoria tritici*. *Neth. J. Plant Pathol.*, 89: 87-88.
- JORDAN, V. y OVERTHROWER, R., 1980: Epidemiology and control of splash-dispersed and other cereal diseases. *Report of Long Ashton Res. St.*, 1979, 132-133.
- KRANZ, J. (Edit.), 1974: Epidemics of Plant Diseases. Spring Verlag. Berlín, 170 pp.
- MARÍN, J. P., 1985 a: Micosis del trigo en Andalucía Occidental. *Anales I.N.I.A.* (en prensa).
- MARÍN, J. P., 1985 b: Análisis de los métodos de lucha contra las enfermedades de los cereales de invierno. Ponencia II Jornadas Técnicas sobre Cereales de Invierno. I.T.C. Pamplona. Tomo II, pp. 87-105.
- MARÍN, J. P. y AGUIRRE, J., 1985 a: Enfermedades del trigo causadas por especies de *Septoria* en Andalucía Occidental. *Anales I.N.I.A.* (en prensa).
- MARÍN, J. P. y AGUIRRE, J., 1985 b: Relaciones entre las tasas de infección y los períodos latente e infeccioso en las epidemias de *Septoria tritici*/Trigo. Comunicación IV Congreso S.E.F. Pamplona.
- SANDERSON, F. y HAMPTON, J., 1978: Role of the perfect states in the epidemiology of the common Septoria diseases of wheat. *N. Z. J. Agr. Res.*, 21: 277-281.
- SHIPTON, W.; BOYD, W.; ROSIELLE, A. y SHEARER, B., 1971: The common Septoria diseases of wheat. *Bot. Rev.*, 37: 231-262.
- WALE, S. y COLHOUM, J., 1979: Further studies on the aerial dispersal of *Leptosphaeria nodorum*. *Phytopathol. Z.*, 94: 185-189.
- ZIV, O. y EYAL, Z., 1978: Assessment of yield component losses caused in plants of spring wheat cultivars by selected isolates of *Septoria tritici*. *Phytopathology*, 68: 791-796.