

Presencia de mildiu del sorgo en el verano de 2018 en Paraná, Entre Ríos

Velazquez P.D.
Grupo Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos
INTA EEA Paraná

El sorgo es un cereal que por su resistencia a la sequía y a las altas temperaturas, se cultiva en muchas regiones del mundo. En nuestro país se lo cultiva para grano y forraje para la alimentación del ganado. Asimismo, en los sistemas de rotaciones, el sorgo contribuye a mantener la estabilidad estructural del suelo.

La superficie sembrada en Entre Ríos durante el ciclo agrícola 2017/18 se estimó en 84.000 ha, un 27% menos (31.000 ha) respecto al ciclo anterior. Si bien el área total sembrada por los tipos granífero, forrajero y doble propósito mostró una disminución, la venta de semilla de los dos últimos registró un incremento de aproximadamente 19%, lo que indica una mayor demanda de sorgo por parte del sector ganadero.

A comienzos de enero de 2018, en parcelas de sorgo ubicadas en la EEA Paraná del INTA, se observaron plantas en estado fenológico de 8 hojas verdaderas-panoja embuchada (69 días desde la siembra, dds) con síntomas similares al mildiu, los que consistieron en bandas castaño-claras a oscuras, paralelas a las nervaduras y delimitadas por éstas, con márgenes laterales definidos y extremos difusos, además de abundante presencia de una eflorescencia blanquecina (signo) en el envés de la lámina (Figura 1).



Figura 1. Hoja de sorgo silero. A. Síntomas en el haz. B. Signo en el envés (eflorescencia blanquecina). Fecha: 02/01/18 (69 días desde la siembra).

La enfermedad se manifiesta en dos formas: **sistémica** y **localizada**. La forma sistémica se caracteriza por la presencia de rayas o estrías de color verde más claro, amarillas o blancas, que van tomando una coloración castaña-oscura con necrosis del tejido produciendo el típico laciniado (rasgado de la lámina en delgadas tiras longitudinales) o “desflechado” de las hojas. Generalmente poseen una menor altura y no producen panojas. La forma localizada se presenta como manchas cloróticas rectangulares.

¿Cómo se realizó el trabajo?

Con el objetivo de confirmar la presencia del patógeno y caracterizar la enfermedad, se trabajó sobre 33 cultivares de sorgos sileros y 25 cultivares graníferos. Las parcelas se monitorearon durante enero, febrero y principios de marzo para registrar la evolución de síntomas y signos de la enfermedad. Además, en el laboratorio se analizaron hojas con y sin cámara húmeda previa (en estufa a 26°C

durante 24 h). Asimismo, se evaluó la posible influencia de las condiciones climáticas (lluvia, humedad y temperatura) en la aparición y desarrollo de la enfermedad.

¿Qué resultados se obtuvieron?

El monitoreo de las parcelas permitió identificar también otros síntomas similares a los observados inicialmente en los sorgos sileros, principalmente en los sorgos graníferos. Se detectaron los siguientes síntomas: a) puntuaciones castaño-oscuras dispersas o agrupadas ocupando los espacios internervales (Figura 2 A); b) bandas cloróticas de aspecto traslúcido, delimitadas por nervaduras, con un manchado difuso castaño-claro en su interior (Figura 2 B); c) bandas castaño-oscuras bien definidas (Figuras 2 C); d) áreas difusas e irregulares castaño-oscuras (Figura 2 D); e) manchas castaño-oscuras a rojizas con márgenes irregulares y pequeñas áreas de tejido necrótico en la zona central de la mancha (Figura 2 E) o bien ocupando todo el interior de la misma (Figura 2 F). En todos los casos se observó la eflorrescencia característica tanto en el haz como en el envés de la hoja, aunque con mayor frecuencia en esta última.

Todos los síntomas descritos se observaron en forma generalizada en todos los cultivares de sorgo granífero y correspondieron a la **forma localizada** de la enfermedad. Esta amplia gama de síntomas correspondería a diferentes momentos de infección del patógeno, siendo los síntomas más avanzados (Figuras 2 E y 2 F) los originados de infecciones tempranas.

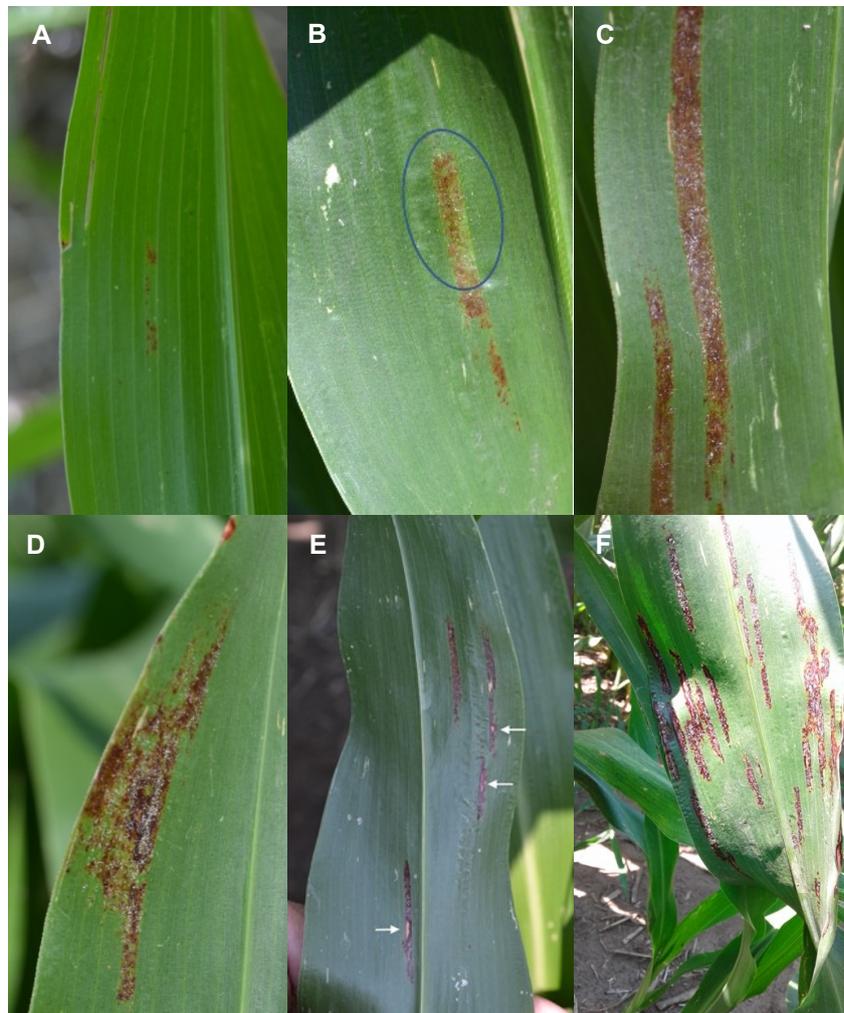


Figura 2. Síntomas en sorgo silero (A) y granífero (B-C-D-E-F). A. Banda clorótica con manchado difuso y escasa eflorrescencia (elipse). B-C. Bandas castaño-oscuras con eflorrescencia blanquecina en el envés de la hoja. D. Manchas difusas e irregulares. E. Manchas castaño-oscuras a rojizas con áreas necróticas incipientes (flechas). F. Lesiones necróticas avanzadas. Fecha: 03/01/18 (70 y 42 días desde la siembra para sorgos sileros y graníferos, respectivamente).

El análisis microscópico de las eflorescencias, sin cámara húmeda previa, determinó la presencia de estructuras consistentes en masas compactas de conidios sobre gruesos conidióforos (Figura 3 A). Las cámaras húmedas permitieron identificar con mejor detalle conidióforos, con esterigmas desde donde surgían conidios (Figuras 3 B y 3 C). Las estructuras observadas correspondieron a la forma asexual de *Peronosclerospora sorghi*, agente causal del mildiu del sorgo, un organismo biotrófico perteneciente a la familia *Peronosporaceae*, orden Peronosporales, clase Peronosporomycetes (ex Oomycetes), reino Stramenopila. Anteriormente, los miembros de esta familia estaban incluidos en el reino Fungi (hongos).



Figura 3. Conidióforo (cf), esterigmas (e) y conidios (c) de *Peronosclerospora sorghi*. A. Sin cámara húmeda previa. B-C. Luego de 24 horas de cámara húmeda.

De manera simultánea, se detectaron plantas de sorgo granífero distribuidas aleatoriamente con menor altura y desarrollo, hojas angostas y erectas, leve rayado clorótico ocupando toda la lámina foliar y abundante eflorescencia en el envés en forma de hilos o delgados cordones paralelos a las nervaduras, en ocasiones acompañados con manchas castaño-oscuras (Figura 4). El análisis de la eflorescencia confirmó la presencia de conidióforos y conidios de *P. sorghi*. Estos síntomas correspondieron a la **forma sistémica** del mildiu. Se observó que aquellas plantas con síntomas localizados avanzados se hallaban siempre en las adyacencias de plantas con síntomas sistémicos (Figura 5). Además, fue común detectar plantas principales sanas con uno o más macollos enfermos. Por otra parte, las plantas de sorgo silero no presentaron síntomas sistémicos de la enfermedad.

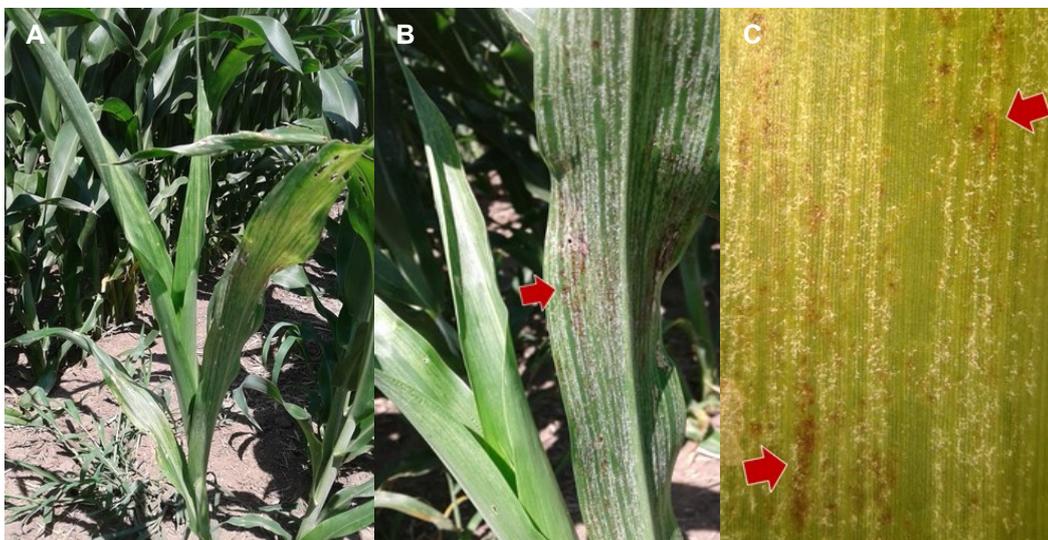


Figura 4. Síntomas sistémicos iniciales y signos. A. Menor altura y desarrollo, hojas angostas y erectas, con leve rayado clorótico. B-C. Eflorescencia dispuesta en hilos o delgados cordones paralelos y manchas castaño-oscuras (flechas). Fecha: 04/01/18 (43 días desde la siembra).



Figura 5. Plantas con síntomas localizados avanzados (flechas azules) y plantas con síntomas sistémicos (flechas rojas). Fecha: 05/01/18 (44 días desde la siembra).

Con el transcurso de las semanas (estado de última hoja visible a panoja embuchada, 61 dds), se observaron **síntomas localizados** consistentes en largas bandas paralelas (Figura 6 A) y manchas irregulares (Figura 6 B) ocupando casi la totalidad de la lámina, con abundante eflorescencia en el haz y en el envés y lesiones que confluyeron para formar grandes áreas necróticas (Figuras 6 C y 6 D).



Figura 6. Síntomas avanzados y daños ocasionados por infecciones localizadas del mildiu. A. Largas bandas paralelas. B. Manchas irregulares. C-D. Extensas áreas necróticas confluentes. Fecha: 22/01/18 (61 días desde la siembra).

Los **síntomas sistémicos** se hicieron más evidentes a través de bandas cloróticas y/o necróticas intercaladas con bandas de tejido sano, hojas erectas con tendencia al abarquillado de la lámina y una detención del desarrollo de la planta, además de puntuaciones oscuras incipientes en las áreas cloróticas (Figuras 7 A y 7 B). A fines de enero se observó un aumento en la proporción de tejido necrótico con un mayor número y tamaño de las puntuaciones oscuras, así como el “desflechado” de hojas (Figuras 7 C y 7 D). Las puntuaciones oscuras se correspondieron con las oosporas, estructuras sexuales de *P. sorghi* (Figuras 7 E y 7 F). Las plantas y/o macollos con síntomas sistémicos no alcanzaron a emitir la panoja.



Figura 7. Síntomas sistémicos avanzados del mildiu. A-B. Menor desarrollo de planta, hojas erectas con abarquillado de lámina, bandas cloróticas y/o necróticas intercaladas con tejido sano y puntuaciones oscuras incipientes (25/01/18, 64 días desde la siembra). C-D. Bandas de tejido necrótico intercaladas con tejido sano y laciniado o “desflechado” de hojas (31/01/18, 70 días desde la siembra). E-F. Oosporas de *P. sorghi* sobre tejido necrótico (06/02/18, 76 días desde la siembra).

Las oosporas constituyen la forma de resistencia del patógeno, así como un mecanismo para el transporte a largas distancias. Estas estructuras pueden permanecer viables varios años en el suelo y se pueden diseminar por acción del hombre o de animales, así como de los implementos agrícolas. Las hojas infectadas senescentes provocan la caída de oosporas al suelo cuando se rasgan por la acción del viento (Figura 8), constituyendo así la fuente de inóculo para el próximo ciclo agrícola. No se observaron oosporas ni “desflechado” de hojas en plantas con síntomas del tipo localizado.



Figura 8. Laciniado o “desflechado” de hojas. Fecha: 14/02/18 (84 días desde la siembra).

Los síntomas localizados constituyen una importante fuente de inóculo secundario para infecciones locales durante toda la estación del cultivo. Los conidios, provenientes principalmente de este tipo de síntomas, son responsables que la enfermedad adquiera un comportamiento policíclico (varios ciclos de infección dentro de la estación del cultivo). Ellos son producidos en grandes cantidades y pueden iniciar una epidemia bajo condiciones ambientales favorables. Además, los conidios pueden causar infecciones sistémicas durante los primeros estadios del cultivo así como en fases más avanzadas. En base a los síntomas observados (plantas de menor desarrollo) es probable que las infecciones sistémicas iniciales hayan ocurrido a partir de oosporas presentes en el suelo, invadiendo las raíces de las plántulas y progresando en sentido ascendente, colonizando los tejidos foliares meristemáticos.

Las lesiones avanzadas del tipo localizado presentaron un diseño característico, con márgenes negros y coloración oscura debida a hongos saprófitos (*Alternaria* spp. y *Cladosporium* spp.) en hojas parcial o totalmente secas, principalmente de los estratos medio e inferior (Figura 9).



Figura 9. Hojas total o parcialmente secas con lesiones avanzadas de tipo localizado. Fecha: 14/02/18 (84 días desde la siembra).

Se detectaron síntomas de tipo localizado a mediados de febrero (estado de grano pastoso, 85 dds) en hojas superiores consistentes en numerosas bandas amarillentas dispuestas de forma paralela a las nervaduras, ocupando hasta dos tercios de la lámina (Figura 10 A) y con la típica efloroscencia por lo general en el envés. Del mismo modo, aparecieron síntomas sistémicos, situados generalmente en la parte superior de las plantas, a partir del octavo nudo (Figura 10 B). Se continuó observando la esporulación de *P. sorghi* a fines de febrero y principios de marzo, tanto en síntomas localizados como sistémicos.



Figura 10. Síntomas tardíos de tipo localizado (A) y sistémico (B). Fecha: 15/02/18 (85 días desde la siembra).

¿Cómo influyeron las condiciones climáticas?

Las condiciones climáticas registradas durante enero y febrero (temperatura nocturna media de 22°C y elevada humedad nocturna, Figura 11) favorecieron la producción de conidios. La misma requiere de 4 horas de intensa luminosidad y posterior oscuridad, humedad cercana al 100% y temperaturas entre 21 y 23°C. Por otra parte, la germinación de los conidios ocurre en un rango de 10 a 32°C (óptimo de 23°C), mientras que la infección requiere un mínimo de 4 h de mojado foliar y 10 a 33°C, condiciones que se cumplieron considerando los registros diurnos (08:00 a 19:00 h) de humedad y temperatura.

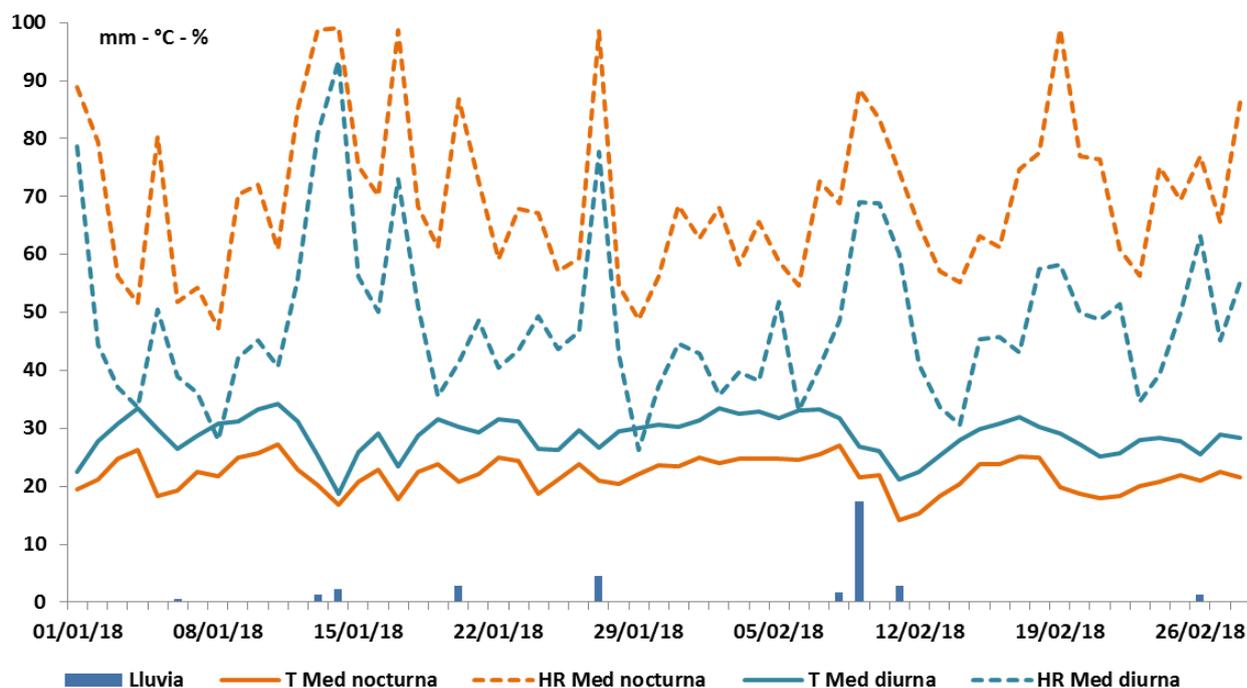


Figura 11. Registros de lluvia, temperatura media (T Med) y humedad relativa media (HR Med) de enero y febrero de 2018. Fuente: Observatorio Agrometeorológico INTA EEA Paraná.

Las raíces de hospedantes y no hospedantes pueden estimular la germinación de las oosporas. Por otra parte, la temperatura mínima del suelo para la infección por las oosporas es de 10° C siendo además favorecida por el bajo contenido de humedad del mismo. Es probable que la siembra más tardía de los cultivares graníferos (22/11/17) en relación a la de los cultivares sileros (25/10/17), haya propiciado las infecciones sistémicas en los primeros, con el consiguiente aporte de inóculo para las infecciones localizadas. En el ciclo 2010/11, en la EEA Paraná, se demostró que las siembras tardías incrementaron la incidencia del mildiu.

En síntesis...

- La caracterización de síntomas y signos permitió corroborar la presencia del mildiu del sorgo (*Peronosclerospora sorghi*) en la EEA Paraná durante el ciclo agrícola 2017/18.
- Las condiciones ambientales (noches frescas con elevada humedad relativa y días calurosos) favorecieron la manifestación de la enfermedad, principalmente en cultivares graníferos, en sus dos sintomatologías: localizada y sistémica.
- Los síntomas localizados fueron los más frecuentes, ocasionaron daños foliares y proporcionaron el inóculo necesario para que la enfermedad se manifieste de manera ininterrumpida desde enero a marzo.

Glosario

Biotrófico. Organismo que obtiene sus nutrientes de células y tejidos vivos.

Cámara húmeda. Procedimiento que consiste en colocar una muestra enferma en el interior de una bolsa de polietileno o de un recipiente humedecido con agua para inducir la aparición del signo.

Conidio. Cuerpo microscópico en general formado por una sola célula y que cumple funciones de dispersión y sobrevivencia del patógeno.

Conidióforo. Estructura sobre la cual se disponen los conidios.

Esterigma. Pequeña rama, delgada y puntiaguda, sobre la cual se origina un conidio.

Internerval. Área de la lámina foliar comprendida entre nervaduras.

Oospora. Estructura de origen sexual que cumple la función de sobrevivencia y el transporte a larga distancia.

Patógeno. Ser vivo que produce una enfermedad.

Signo. Estructura del patógeno visible generalmente en el exterior de la planta.

Síntoma. Respuesta o manifestación de una planta como resultado de su enfermedad.

Agradecimientos

A la Ing. Agr. María Gabriela Díaz (coordinadora de la Red Nacional de Sorgo) por los datos suministrados y permitir realizar las evaluaciones en los ensayos comparativos de rendimiento de sorgo de la EEA Paraná.

Para leer más...

FORMENTO Á.N., LÓPEZ R., DÍAZ M.G. y W. KUTTEL 2011. Presencia del mildiu del sorgo (*Peronosclerospora sorghi*) en Entre Ríos. Revista Técnica Siembra Directa Maíz. AAPRESID. p. 81-85.

FREZZI M.J. 1970. Downy Mildew o "Mildiu" del sorgo, causado por *Sclerospora sorghi* (Kulk.) Weston & Uppal, en la provincia de Córdoba (Argentina). IDIA 274:16-24.

GIORDA L.M. 1997. Sorgo granífero. INTA Centro Regional Córdoba. EEA Manfredi. 71 p.

RUFINI BARBOSA F.C., PFENNING L.H. e C.R. CASELA 2006. *Peronosclerospora sorghi*, o agente etiológico do mildio do sorgo. Fitopatologia Brasileira 31:119-132.

SIBER 2017. Sorgo. Informe semanal N° 793. <http://www.bolsacer.org.ar/Fuentes/siberd.php?Id=907>
[Verificación: junio de 2018].

Actividad desarrollada en el marco del Proyecto Regional con Enfoque Territorial del Centro Oeste "Fortalecimiento del desarrollo territorial en el centro oeste de la provincia de Entre Ríos" (PRETCO-1263102)

