

DETECCIÓN DE MILDIU (*Peronosclerospora* spp.) EN MAÍZ (*Zea mays*). EL DIAGNÓSTICO COMO HERRAMIENTA BÁSICA PARA EL MANEJO

Formento A.N.¹ & Pautasso J.M.²
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Estación Experimental Paraná

1. Departamento de Producción; 2. Agencia de Extensión Rural Diamante

*Esta publicación tiene como objetivo mostrar los síntomas y signos del mildiu en maíz, para reconocer su presencia en una determinada localidad y dar aviso de inmediato a las Agencias de Extensión del INTA, Facultades de Agronomía y oficinas de SENASA. Es importante, confirmar la enfermedad con la finalidad de minimizar el movimiento/traslado de plantas sintomáticas y reducir su diseminación. En aquellos países libres de los patógenos que ocasionan mildius en maíz, éstos se regulan como plagas cuarentenarias y están sujetos a estrictas medidas de control para evitar su diseminación. En Estados Unidos, los mildius causados por *Peronosclerospora philippinensis* y *Sclerophthora rayssiae* var. *zeae* son considerados una amenaza potencial para la agricultura mundial y se ubican dentro de los denominados “organismos especiales” de continuo monitoreo y control. Hasta el presente, en esta categoría especial, se consideran de alto riesgo siete patógenos de plantas y algunos que afectan la salud humana, como el virus del COVID 19.*

La enfermedad conocida como “panoja loca” (“crazy top”) en maíz (*Zea mays*) fue determinada en Argentina en la década del ‘70, como en la mayor parte del continente americano. Es ocasionada por un pseudohongo (oomycete) biotrófico o patógeno obligado, lo que dificulta su estudio al no poder cultivarse en medios nutritivos artificiales y sólo puede existir en plantas vivas de genotipos susceptibles. En general, es una enfermedad poco frecuente y, en Entre Ríos en los últimos 30 años, se registró sólo en plantas aisladas.

En los meses de marzo y abril de 2023, la enfermedad se halló en tres lotes de maíz sembrados a fines de enero en el Departamento Diamante (Entre Ríos). En uno de los lotes, presentó una incidencia superior al 42 % (**Figura 1**), las plantas manifestaron síntomas diversos y no formaron espigas (**Figura 2**), por lo cual existe una correlación negativa y directa con los daños al rendimiento. En otros dos lotes de maíz en la misma zona, la enfermedad se registró en pocas plantas dispersas. Posiblemente, afectó otro híbrido de maíz en el Dpto. Tala (detección por imágenes), pero no se lograron obtener muestras vegetales ni información más detallada para su confirmación. La enfermedad fue citada en el año 2016 en Hernando (Córdoba), en 2018 en Mar del Plata (Buenos Aires) y en 2021 y 2022 en República Oriental del Uruguay.



Figura 1. Aspecto general del lote con maíz tardío afectado por mildiu (*Peronosclerospora* spp.).



Figura 2. Plantas con mildiu (*Peronosclerospora* spp.) con hojas cloróticas, erectas y sin espigas.

“Panoja loca” (“crazy top”) de maíz: organismos causales, signos y síntomas

Los mildius (signos del pseudohongo) se observan principalmente en el envés de las hojas y, en menor proporción, en el haz, como una eflorescencia blanquecina grisácea (semejante a “ceniza”), abundante sólo en las primeras horas de la mañana, ya que la esporulación ocurre durante la noche en condiciones de suelo saturado y con alta temperatura (**Figura 3**).



Figura 3. Eflorescencia blanquecina grisácea (*Peronosclerospora* spp.) principalmente en el envés de las hojas, sobre bandas de tonalidad marrón claro a oscuro, paralelas a las nervaduras.

En poáceas, se identificaron 39 especies de mildius, también llamados “mildius graminícolas”. Los que afectan a maíz, sorgo (*Sorghum bicolor*), sorgo de Alepo (*S. halepense*) y caña de azúcar (*Saccharum officinale*) son ocasionados principalmente por *Peronosclerospora* (**Figura 4**), *Sclerospora* y *Sclerophthora*, los que poseen diferentes especies (Crouch *et al.*, 2022).



Figura 4. Conidióforo (a) más delgado en la base, ensanchado en el extremo superior, ramificado, con esterigmas (b) y conidios (c) de *Peronosclerospora* spp. en maíz.

Los síntomas y la magnitud del mildiu dependerán del momento de la infección primaria, que es sistémica con un marcado desequilibrio hormonal; ésta, ocurre desde la germinación hasta 3 o 4 semanas después, a partir de oosporas (estructuras de resistencia) presentes en el suelo o en semillas.

Las infecciones secundarias se producen a partir de las fructificaciones asexuales (esporangios) que se dispersan por el viento a plantas vecinas. Si la infección es temprana, las plantas pueden morir, poseer menor altura y malformaciones como retorcimientos y filodias (estructuras similares a hojas) en panojas (**Figura 5**) y en menor medida, en espigas. También se observaron ramificaciones en distintos nudos de la planta con espigas rudimentarias con estructuras de flor masculina en la parte superior (**Figura 6**).



Figura 5. Deformación y filodia en panojas de maíz (“panoja loca” o “crazy top”) causada por *Peronosclerospora* spp.



Figura 6. Deformación de espigas de maíz con filodia y estructuras de flor masculina causada por *Peronosclerospora* spp.

Las plantas poseen escaso anclaje, con raíces nodales poco desarrolladas y distintos grados de vuelco (**Figura 7**).



Figura 7. Sistema radicular de planta sana vs. planta enferma (izq.) y plantas “volcadas” (der.) afectadas por mildiu del maíz (*Peronosclerospora spp.*).

Las hojas del tercio inferior y medio presentan un síntoma particular típico de los mildius, un dibujo clorótico, lineal y paralelo a las nervaduras, desde la base de las hojas hacia arriba (**Figura 8**). Con el avance de la enfermedad, las hojas son delgadas, erectas (similar a “espada”), con rayas o estrías cloróticas al comienzo, que luego se oscurecen con distintos tonos marrón (sitios de esporulación y formación de oosporas (**Figura 9**). Además, se caracterizan por ser coriáceas, muy quebradizas con un sonido particular y aproximadamente 30 – 40 días después de estos síntomas, se abren en jirones, con un aspecto “deshilachado”.



Figura 8. Síntoma característico de mildiu (*Peronosclerospora spp.*), clorosis con proyección sistémica en haz y envés de las hojas de maíz.



Figura 9. Hojas delgadas, erectas y cloróticas en plantas de maíz afectadas por mildiu (*Peronosclerospora spp.*),

Asociación concomitante del mildiu con el carbón común del maíz (*Ustilago maydis*) en panojas y espigas de maíz

En todo el mundo, y desde hace más de 40 años, cuando la enfermedad se identificó con mayor frecuencia e importancia, los ataques severos de mildiu en un lote en general van acompañados por una alta incidencia de carbón común tanto en panojas (**Figura 10**) como en rudimentos de espigas (**Figura 11**). Las teliosporas de *U. maydis* infectan tejidos meristemáticos en plena multiplicación celular o bien pueden colonizar los estigmas cuando hay fallas en la polinización, ya sea por asincronía entre la producción de polen y la presencia de estigmas receptivos o la inviabilidad de este por altas temperaturas. La gran cantidad de agallas de carbón se ve colonizada por diversos hongos micotoxigénicos como *Fusarium*, lo que limita su utilización en la confección de silos o pastoreo directo por el ganado.



Figura 10. Síntomas de *Peronosclerospora* spp. (izq.) en hojas, panojas y agallas de carbón común (*Ustilago maydis*) en maíz.



Figura 11. Carbón común (*Ustilago maydis*) asociado a *Fusarium* sp. en plantas de maíz afectadas por mildiu (*Peronosclerospora* spp.)

Manejo de la enfermedad

En Argentina, existen escasas técnicas validadas para el manejo de los mildius en maíz, sin embargo, las más importantes estarían asociadas como en todo el mundo, con **resistencia genética** (un solo gen), **tratamiento de las semillas** con determinados fungicidas, **rotación** entre 2 y 5 años (sobrevivencia de oosporas) sin gramíneas estivales, **fertilización** nitrogenada (urea, sulfato de amonio y superfosfato triple),

y **lavado de la maquinaria** a la salida de lotes infectados y previamente a la entrada en lotes libres de la enfermedad.

En síntesis

- Es una enfermedad de la que se deberían ocupar todos los sectores ligados al cultivo de maíz y en especial, los involucrados en el manejo de híbridos en siembra tardía.
- Los síntomas son diversos y las pérdidas importantes, por lo que es prioritario identificar la o las especies de *Peronosclerospora* involucradas, con estudios moleculares.
- Determinar si los fungicidas curasemillas que se utilizan actualmente para oomycetes, con metalaxyl como uno de los principios activos, continúan siendo eficaces.
- Ajustar protocolos para evaluar comportamientos de híbridos de maíz y eficacia de fungicidas en Argentina, considerando la dificultad para los diversos estudios por su naturaleza biotrófica y su aparición esporádica hasta el presente.
- Continuar con monitoreos y evaluación de mildius en Entre Ríos y la región pampeana, con la finalidad de definir su estatus como enfermedad ocasional asociada a semillas y rastrojo infectado o clima conductivo, o como una enfermedad re-emergente con alto riesgo para la producción de maíz.

Para seguir leyendo...

Castellanos S., Dardon O., Ozaeta M., Soto G. y H. Córdova 1982. Mildiu en maíz y sorgo. Descripción, incidencia y métodos de control. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Folleto Técnico 19. Guatemala. <https://original-ufdc.uflib.ufl.edu/UF00072040/00001/29x>

Crouch J.A., Davis W.J., Shishkoff N., Castroagudín V.L., Martin F., Michelmore R. y M. Thines. 2022. *Peronosporaceae* species causing downy mildew diseases of *Poaceae*, including nomenclature revisions and diagnostic resources. *Fungal Systematics and Evolution* 9:43-86. doi.org/10.3114/fuse.2022.09.05

Malaguti G., Fernández A. y H. Nass. 1977. "Mildiu lanoso" o "punta loca" del maíz en Venezuela. *Agronomía Tropical*. 27(1):103-129.

Muis A., Ryley M.J., Tan Y.P., Suharjo R., Nonci N., Danaatmadja Y., Hidayat I., Widiastuti A., Widinugraheni S., Shivas R.G. y M. Thines 2022. *Peronosclerospora neglecta* sp. nov.—a widespread and overlooked threat to corn (maize) production in the tropics. *Mycological Progress* 22:12 <https://doi.org/10.1007/s11557-022-01862-5>

Thines M., Telle S., Choi Y.J., Tan Y.P. y R.G. Shivas 2015. *Baobabopsis*, a new genus of graminicolous downy mildews from tropical Australia, with an updated key to the genera of downy mildews. *IMA Fungus* 6:483-491. <https://doi.org/10.5598/imafungus.2015.06.02.12>

Fotografías: Juan C. Velázquez y Norma Formento (INTA-EEA Paraná).

Para mayor información: formento.norma@inta.gob.ar