

Roya estriada, la principal patología foliar del trigo en Chile



Carola Vera P.
Ingeniera Agrónoma, Mg.Cs.
Investigadora INIA Quilamapu



La roya estriada pasó de ser casi una desconocida en la zona triguera nacional, a la enfermedad de mayor presencia en tan solo un par de años. Resulta indispensable el trabajo de mejoramiento genético que desarrolla INIA, orientado al desarrollo de variedades de buenos rendimientos y resistentes a este patógeno.

A nivel mundial se describen cinco especies de royas que atacan a cereales. No obstante, tres de ellas infectan al trigo, y corresponden a *Puccinia graminis* (roya de la caña), *Puccinia triticina* (roya colorada o de la hoja) y *Puccinia striiformis* (roya estriada o amarilla).

En Chile, hasta el año 2017, la roya de la hoja predominaba en la zona centro y sur, siendo considerada la enfermedad de mayor importancia económica en trigo, debido a su recurrente aparición y severidad. Sin embargo, esta roya fue desplazada y actualmente la roya estriada es el principal desafío fitosanitario de este cultivo, con niveles de infección categorizados como uno de los más severos de las últimas tres décadas.

Puccinia striiformis fue detectada en Chile en 1929 y por décadas fue una enfermedad de aparición tardía (por lo general, aparecía a fines de noviembre, con presencia esporádica en siembras comerciales y con niveles de incidencia prácticamente cero). Sin embargo, debido a su gran capacidad de diseminación, alta variabilidad genética, alta tasa de reproducción y mutación, junto con las condiciones climáticas presentes, durante las dos últimas temporadas agrícolas, la

roya estriada ha tenido una aparición temprana (agosto–septiembre), posicionándose como el patógeno foliar más destructivo en especies del género *Triticum*.

Por otra parte, su temprana aparición durante las últimas temporadas (agosto–septiembre) y la capacidad de esta roya de iniciar la epifitía¹ a nivel de plántula e infectar durante todos los estados de desarrollo del cultivo, ha significado pérdidas de rendimiento superiores al 50 % en variedades susceptibles, tanto de trigos candeales como triticales (x *Triticosecale*).

La pérdida en rendimiento causada por *Puccinia striiformis* radica en que ataques tempranos y/o severos, como los observados en Chile durante las últimas temporadas agrícolas, pueden afectar las glumas de la espiga y dañar los granos en formación, generando un menor número de espiguillas, menor cantidad de granos por espiga y granos de menor tamaño o chupados, todo lo cual afecta fuertemente el rendimiento y calidad industrial. Por lo tanto, la severidad de la enfermedad y las pérdidas en

rendimiento están directamente relacionadas con el estado fenológico en que se presenta la enfermedad, el nivel de susceptibilidad del cultivar, la virulencia de la raza del patógeno, las condiciones ambientales y el manejo del cultivo.

Estudios de la evolución de la roya en trigos candeales establecidos por el Programa de Mejoramiento de Trigo INIA, en diferentes localidades representativas de la zona productiva centro sur y sur de Chile, determinaron que desde el año 2017 la situación en cuanto a severidad e incidencia de *Puccinia striiformis* cambió drásticamente, pasando de niveles de infección promedio anuales de 5 % a infecciones de hasta 80 % en las variedades y líneas más susceptibles.

Sintomatología de la enfermedad

Puccinia striiformis se caracteriza por presentar sus esporas asexuales o uredosporas, agrupadas como pústulas amarillo–anaranjadas en hojas y espigas, las que se desarrollan ordenadas de forma lineal, paralelas

¹ Epifitía: afección simultánea a un gran número de plantas de la misma especie en una misma área.

a las nervaduras de la hoja y rara vez en las vainas (**FIGURA 1**). Las esporas emergen por la epidermis de las hojas, generando su ruptura y dejando al descubierto la presencia de pústulas que caracterizan a la enfermedad. Éstas disminuyen el área fotosintética disponible y su tasa fotosintética, lo que aumenta la pérdida de agua y, como consecuencia, genera un incremento en la tasa de transpiración y evaporación, produciendo, en casos severos, una senescencia precoz de las plantas afectadas. Además, se produce un desvío de los compuestos orgánicos sintetizados para generar grandes cantidades de esporas. Como consecuencia, los carbohidratos destinados al llenado de granos son afectados considerablemente.

Epidemiología

Puccinia striiformis es favorecida por climas húmedos y fríos, ya que para iniciar el proceso de infección requiere al menos de tres horas de follaje mojado y temperaturas que no superen los 23 °C, puesto que sus esporas pueden perder viabilidad debido a su sensibilidad a altas temperaturas, en comparación a *Puccinia triticina* que es resistente a temperaturas elevadas. La temperatura óptima para el desarrollo de la roya estriada es de 11 °C, pudiendo producir una rápida diseminación asociada a la producción de varias generaciones de esporas durante la temporada que, por lo general, se desarrollan cada 14 a 21 días. Éstas son distribuidas a través del viento, incluso a miles de kilómetros.

Resistencia genética

En Chile, el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo de INIA ha trabajado en el manejo de la roya estriada mediante la selección de material vegetal con genes de resistencia para esta enfermedad, las que hasta el año 2017 eran efectivos. No obstante, en la actualidad son ineficaces ante la presencia de razas más patogénicas y la rápida evolución



📌 **Figura 1.** Síntomas y signos de *Puccinia striiformis*, agente causal de la enfermedad roya estriada del trigo, detectada en el Campo Experimental Santa Rosa de INIA, en Chillán, región de Ñuble. A) Uredosporas agrupadas como pústulas amarillo-anaranjadas en hojas y su característica distribución lineal y paralela a las nervaduras de la hoja. B) Ataque severo de *Puccinia striiformis* afectando el área fotosintética disponible.



📌 **Figura 2.** A y B) Detección temprana de *Puccinia striiformis* en estado de macolla en líneas y variedades establecidas en vivero trampa de enfermedades con hábito invernal. Campo Experimental Santa Rosa de INIA en Chillán. Temporada 2019-2020.

del patógeno. Estas razas pueden ser adaptadas –o probablemente nuevas– con un rango de virulencia más amplio, y con mejor adaptabilidad a climas con temperaturas más elevadas, ya que históricamente se han adaptado a regiones y/o condiciones templadas a frías.

La estrategia más efectiva para el control de la roya estriada es el uso de variedades con resistencia genética, característica presente en las variedades INIA de trigos harineros de hábito primaveral e invernal (**FIGURA 2**); sin embargo, los trigos candeales han presentado un nivel más elevado de

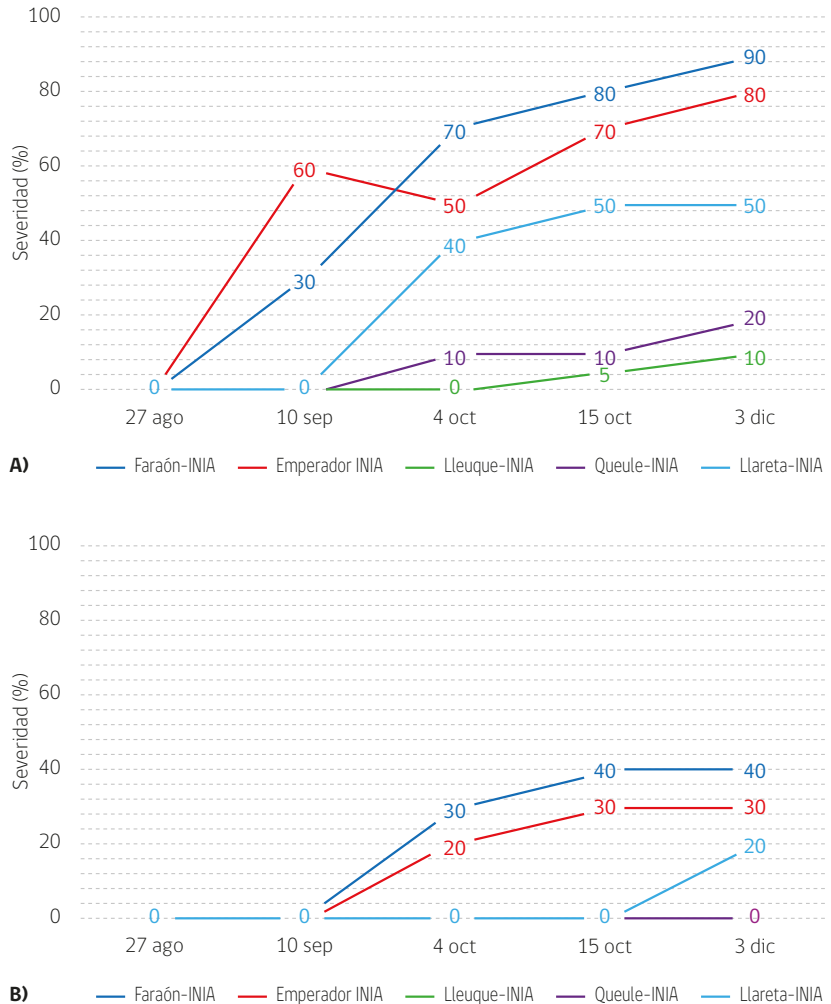
susceptibilidad a *Puccinia striiformis* durante las últimas temporadas agrícolas. Ante ello, el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo INIA trabaja en la creación de nuevas variedades, incorporando resistencia genética varietal, permitiendo así disminuir de manera considerable la incidencia de la enfermedad y el uso de fungicidas.

El aumento de la susceptibilidad a roya ha sido el principal factor de descarte de variedades en el último tiempo. Un ejemplo de ello son las pérdidas de rendimiento de grano de hasta 15 quintales por hectárea en variedades con mayor susceptibilidad, como Llareta-INIA, durante el ciclo agrícola 2019-2020, como quedó demostrado en el Campo Experimental Santa Rosa de INIA en la región de Ñuble. Esto es un indicador de que los genes de resistencia a la enfermedad presentes en esta variedad, estarían siendo vencidos por la presencia de nuevas razas de *Puccinia striiformis*, ocasionando que variedades con buenas características deban ser retiradas del mercado y no puedan entrar en proceso de certificación de semilla. A pesar de que existen algunas variedades que mantienen la resistencia, la severidad de la roya estriada en trigos candeales y triticales (FIGURA 3) ponen en riesgo el normal flujo de liberación de variedades y, posiblemente, el abastecimiento de materia prima nacional para la industria chilena de fideos y pastas.

Por otra parte, existen variedades como Lleuque-INIA y Queule-INIA que no han presentado pérdidas de rendimiento debido a la enfermedad, y aún mantienen una adecuada resistencia genética.

Control químico

Cuando la planta no es capaz de defenderse por sí sola y la resistencia genética a roya estriada no es suficiente, la enfermedad puede ser controlada a través del uso de fungicidas. Estas aplicaciones permiten disminuir y/o detener la



➤ **Figura 3.** Progreso de la severidad de roya estriada en trigos candeales (Lleuque-INIA, Queule-INIA y Llareta-INIA) y triticales (Faraón-INIA y Emperador INIA) sembrados en el Campo Experimental Santa Rosa, durante la temporada 2019-2020. A) Sin aplicación de fungicidas foliares. B) Dos aplicaciones de fungicidas foliares mediante el uso combinado de ingredientes activos pertenecientes a los grupos químicos de los triazoles, estrobilurinas y carboxamidas.

infección, prolongando la duración del tejido foliar activo.

Antes de usar el control químico se recomienda evaluar el nivel de daño y estado de desarrollo del cultivo, para determinar la necesidad de aplicación de fungicidas. Si bien la enfermedad se puede detectar desde macolla en adelante, se recomienda realizar la aplicación de fungicidas cuando la enfermedad alcanza un umbral entre 10 a 20 % del total de hojas muestreadas con pústulas características de la enfermedad,

y previo a la formación de la hoja bandera, con el fin de mantener la hoja bandera libre de enfermedad. Esto es relevante ya que gran parte de los carbohidratos del grano provienen de las hojas superiores y en especial de la hoja bandera; por lo tanto, mientras más sana se encuentre, mayor será el rendimiento de grano.

Las aplicaciones combinadas de los grupos químicos pertenecientes a los triazoles, estrobilurinas y carboxamidas, son las mejores alternativas de control.

Consideraciones para un adecuado control

- Resistencia genética. El uso de semilla certificada de variedades con resistencia genética conocida, es la principal medida de control y facilita el accionar oportuno frente a la enfermedad.
- Control químico. Cuando la planta no es capaz de defenderse por sí sola y la resistencia genética a *Puccinia striiformis* no es suficiente, el control químico disminuye o detiene la infección para prolongar la duración del tejido foliar activo.
- Planificar una adecuada estrategia de rotación de cultivos y manejo de rastrojos. Al evitar el monocultivo de trigo -o rotación con otras gramíneas- disminuirán las fuentes de inóculo que puedan generar nuevas infecciones.
- Control de malezas gramíneas y plantas voluntarias. Las royas poseen un ciclo de vida múltiple muy complejo. *Puccinia striiformis*, a diferencia de otras royas, presenta un ciclo de vida

incompleto, al no tener huésped alternativo o secundario conocido, donde pueda completar su ciclo sexuado en Chile. Sin embargo, algunas malezas gramíneas son huéspedes primarios junto al trigo, cebada y triticale. Esto hace que la roya estriada pueda seguir su proceso de multiplicación en las malezas huéspedes, para luego establecerse en trigos sembrados en otoño o trigos provenientes de rebrote de la temporada anterior (FIGURAS 4 Y 5). TA



📍 **Figura 4.** *Puccinia striiformis* detectado en diferentes líneas y variedades en vivero trampa de enfermedades con hábito invernal. Centro Experimental INIA Carillanca en Temuco. Temporada 2019-2020.



📍 **Figura 5.** Nivel de severidad alcanzado en líneas que no presentan genes de resistencia genética a *Puccinia striiformis* detectado en vivero trampa de enfermedades con hábito primaveral. Campo Experimental Santa Rosa de INIA en Chillán. Temporada 2019-2020.