

**FICHA TÉCNICA**

**Roya negra del tallo del trigo  
Stem rust of wheat**

**(*Puccinia graminis* Pers f. sp. *tritici* Eriks & Henn)**

**1. PLAGA**

En 1999 una nueva raza altamente virulenta de la roya negra del tallo del trigo TTKS (UG99) fue identificada en Uganda y desde entonces se ha propagado, provocando una creciente epidemia en Kenia y Etiopía.

Tras su detección, las investigaciones en los países vecinos de África Oriental revelaron que la misma raza pudo haber migrado hacia sitios en Valle Rift provincia de Kenya Central entre 1998 y 1999, el este de Kenya en el 2001. En el 2003 en Etiopía. La evidencia disponible sugiere que el UG99 se ha establecido y esparcido en el oriente, tierras altas de África, más recientemente la raza se ha confirmado en Irán (Singh *et al.*, 2006; FAO, 2009).

**1.1. Ubicación taxonómica**

Dominio: Eucariota  
Reino: Fungi  
Phylum: Basidiomycota  
Clase: Urediniomycetes  
Orden: Uredinales  
Familia: Pucciniaceae  
Género: *Puccinia*  
(CABI, 2007).

**1.2. Descripción morfológica**

*Puccinia graminis* f. sp. *tritici* es una roya macrocíclica, heterotálica, con cinco diferentes fases de esporas (uredial, telial, basidiospora, espermagonio y aecial) (CABI, 2007).

Las urediosporas de *P. graminis* f. sp. *tritici* son dicariotas (n+n), dehiscente, de pared gruesa y cubiertas de espinas. Son elípticas y alrededor de 20 X 30 µm (Fig. 1).



**Fig. 1** Urediosporas de *P. graminis*  
<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/StemRust.aspx20%28UG99%29/StemRust.aspx.htm>

Las teliosporas son unicelulares de pared gruesa (con más de cinco capas) y se engrosan en el extremo apical (Fig. 2) (CABI, 2007).



**Fig. 2** Teliosporas de *Puccinia graminis*  
<http://www.fgsc.net/>

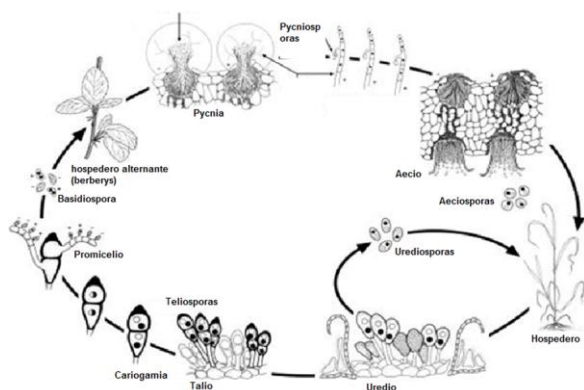
**FICHA TÉCNICA**  
**Roya negra del tallo del trigo**  
**Stem rust of wheat**

**(*Puccinia graminis* Pers f. sp. tritici Eriks & Henn)**

**2. BIOLOGÍA**

**2.1. Ciclo biológico**

El ciclo biológico de este hongo consta de cinco fases, la uredial donde invade el tejido del hospedante y forma urediosporas; la fase telial comienza con la formación de teliosporas; en esta etapa las infecciones adquieren un color negro. En la etapa de basidio se producen cuatro basidiosporas que son depositadas en hospedantes alternantes. La estructura de fructificación se forma como resultado de la basidiospora, y se le conoce como picnidio (Fig. 3) (CABI, 2007).



**Fig. 3** Ciclo biológico de la roya del tallo del trigo variedad UG99. Créditos: Modificado de Leonard y Szabo).

**2.2. Epidemiología**

La roya es más importante al final del periodo de crecimiento, a finales de siembra y en cultivos de maduración tardía además de altitudes bajas. El trigo de primavera es vulnerable en altas latitudes si se encuentran fuentes de inóculo en el viento. En climas cálidos y húmedos la roya es más severa, debido a que se presentan condiciones más favorables (CIMMYT, 2005). De acuerdo con Cooke *et al.* (2006) *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* tiene un periodo de latencia de 7-9 días, el periodo de infección se lleva a cabo durante 26 días, la esporulación diaria es de aproximadamente 20-30 esporas por lesión, la

eficiencia de la infección es de 20-45 lesiones por espora.

La roya requiere tejido de plantas verdes para ser capaces de infectar. Las condiciones de temperatura requeridas por *P. graminis* f. sp. *tritici* para la infección son como mínimo 4 °C, máximo 29°C y la temperatura óptima son 23.5°C (Cooke *et al.*, 2006).

**2.3. Síntomas**

Las uredias aparecen como lesiones ovaladas (pústulas que contienen masas de urediosporas) en las vainas foliares, tallo verdadero y la espiga. Las uredias son de color café-rojizo y generalmente penetran para esporular en ambos lados de las hojas, tallos y espiga. Si la infección es leve, por lo general las pústulas se encuentran dispersas, pero se aglutinan cuando la infección es intensa (Fig. 4) (CIMMYT, 2009; USDA, 2009).



**Fig. 4.** Pústulas café oscuras de *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Créditos: CIMMYT.

Previo a la formación de pústulas pueden aparecer "pecas" y, antes de que las masas de esporas emerjan a través de la epidermis, los tejidos superficiales adquieren una apariencia áspera y se puede observar la ruptura del tejido de la planta (CIMMYT, 2009; USDA, 2009).

**FICHA TÉCNICA**  
**Roya negra del tallo del trigo**  
**Stem rust of wheat**

**(*Puccinia graminis* Pers f. sp. tritici Eriks & Henn)**

**2.4. Mecanismos de dispersión**

Un mecanismo de dispersión a distancias extremadamente largas, es el viento (normalmente atraviesa continentes), este medio tiene como resultado propagación del patógeno en nuevas regiones. La dispersión a grandes distancias se puede dar a través de la ropa de turistas o material propagativo infectado, este elemento es importante para la colonización hacia nuevas áreas (Singh *et al.*, 2006; USDA, 2009).

Otro mecanismo de dispersión es el llamado “extinción y recolonización”, el cual puede ser considerado un sub-mecanismo de dispersión. Este mecanismo ocurre en áreas bajo condiciones desfavorables para el hongo, normalmente zonas templadas con invierno inhóspito o con ausencia de plantas hospederas. Con cualquiera de los mecanismos de dispersión descritos, el establecimiento de las poblaciones patogénicas depende de la presencia de plantas hospederas y condiciones ambientales adecuadas (Singh *et al.*, 2006)

**3. HOSPEDANTES**

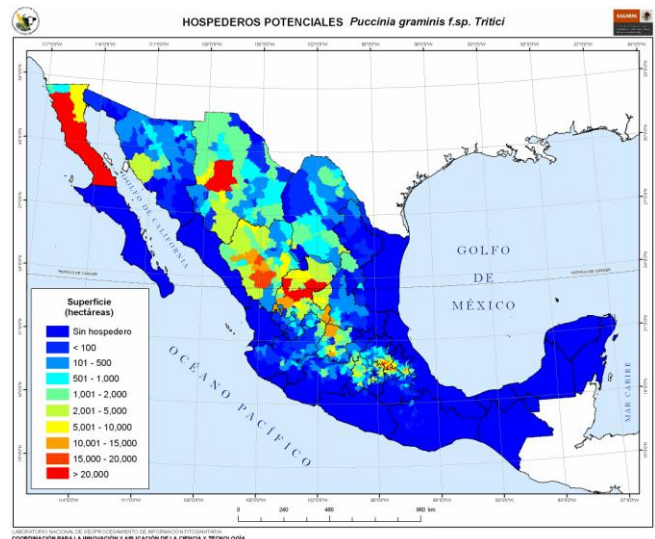
**Cuadro 1.** Hospedantes de la Roya del tallo del trigo (*Puccinia graminis* Pers f. sp. tritici Eriks & Henn).

Nombre científico	Nombre común
<i>Hordeum vulgare</i>	Cebada
<i>Secale cereale</i>	Centeno
<i>Triticum aestivum</i>	Trigo
<i>Triticum turgidum</i>	Trigo duro
<i>Berberis vulgaris</i>	Agracejo Europeo
<i>Elymus repens</i>	Hierba quack
<i>Lolium multiflorum</i>	Centeno Italiano

Fuente: CABI, 2007.

**3. 1. Distribución de hospedantes en México**

El principal hospedante de importancia económica en México es el Trigo (*Triticum aestivum*) que se produce en los estados de Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato Hidalgo, Jalisco, Mexico, Morelos, Nuevo Leon, Oaxaca, Puebla, Queretaro, San Luis Potosi, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (SIAP, 2009).



**Fig. 5.** Distribución de hospedantes potenciales de la roya negra del tallo del trigo en México. Créditos: LaNGIF-SINAVEF.

**4. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL**

La evidencia disponible sugiere que el UG99 se ha establecido y esparcido en el oriente, tierras altas de África, más recientemente la raza se ha confirmado estar presente en Irán (Singh *et al.*, 2006; FAO, 2009).

**5. IMPORTANCIA DE LA PLAGA**

Las pérdidas son a menudo severas (50 a 70%) sobre grandes extensiones y los campos individuales pueden ser totalmente destruidos. Los daños son mayores cuando la enfermedad

**FICHA TÉCNICA**

**Roya negra del tallo del trigo  
Stem rust of wheat**

**(*Puccinia graminis* Pers f. sp. tritici Eriks & Henn)**

se vuelve severa y previo a la completa formación del grano (USDA, 2009).

**5.1. Estatus cuarentenario de la plaga en México**

Plaga de importancia cuarentenaria. Con base en las determinaciones establecidas en la **NIMF n° 8** (FAO, 2006), se categoriza como **“Ausente: no hay registros de la plaga”**.

*Puccinia graminis f. sp. tritici* (UG99) no se encuentra actualmente en México y no existe una regulación establecida para la enfermedad.

**5.2. Importancia económica de la plaga**

Mientras que el descubrimiento de razas nuevas de roya del tallo de trigo causan mucha preocupación a los productores en el ámbito mundial, las investigaciones sobre esta raza nueva y las variantes relacionadas han demostrado que más del 70% de los cultivares de trigo de Norteamérica son susceptibles (NAPPO, 2008).

Con la diseminación de las esporas de esta nueva raza a grandes distancias a través del viento, ahora preocupa más que nunca el hecho de que esta raza pronto se dispersará a las áreas productoras de trigo en el Medio Oriente, Pakistán, India, sudeste de Asia y eventualmente a Norteamérica. Se espera que cause pérdidas, lo cual podría afectar la seguridad alimentaria local y mundial. (NAPPO, 2008).

México tiene una superficie sembrada con alrededor de 866,022 ha, de las cuales se cosechan 828,407 ha con una producción de 4'116,161 ton y cuyo valor de producción supera los 10 mil millones de pesos (SIAP, 2009).

En el cuadro 2 se representan los estados de la República Mexicana con mayor importancia en la producción de trigo.

**Cuadro 2.** Principales estados productores de trigo.

Principales estados productores de trigo	Superficie sembrada (Ha)	Valor de producción (miles de pesos)
Sonora	320,475.50	5'542,607,.24
Guanajuato	118,092.50	1'616,220.51
Baja California	102,469.00	1'818,207.02
Chihuahua	53,172.09	748,271.52
Tlaxcala	45,225.00	253,571.56
Michoacán	36,402.00	483,828.75
Jalisco	35,784.00	385,719.59
Sinaloa	30,720.12	330,813.27
Zacatecas	26,579.00	93,101.27
Nuevo León	25,508.40	154,673.84

Fuente: (SIAP, 2009)

Tomando en cuenta el antecedente en pérdidas de la enfermedad en otros países, se le debe considerar una enfermedad de alto riesgo para nuestro país.

**6. ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA**

La principal estrategia de vigilancia de la roya, es mediante recorridos en zonas productoras del cultivo de trigo, para buscar signos sospechosos a los ocasionados por la roya auxiliándose de una guía de síntomas donde se muestran los daños característicos ocasionados por la roya. En los casos donde se presenten síntomas similares a los ocasionados por la roya, se procederá a la toma de muestra de acuerdo a lo mencionado en el protocolo para la toma de muestra de la roya negra del tallo del trigo UG99 y dichas muestras serán enviadas al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF de la DGSV) quien a su vez la turnará al CIMMYT para su diagnóstico.

De esta manera se podrá detectar de manera oportuna la presencia de la roya y efectuar las acciones para el manejo, confinamiento y erradicación de la enfermedad.



## FICHA TÉCNICA

### Roya negra del tallo del trigo Stem rust of wheat

(*Puccinia graminis* Pers f. sp. *tritici* Eriks & Henn)

#### 6.1. Alerta fitosanitaria

Con el objetivo de detectar oportunamente nuevos focos, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha establecido la comunicación pública mediante el teléfono (01)-800-98-79-879 y el correo: [alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx](mailto:alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx) para atender los reportes sobre la posible presencia de nuevos focos.

#### 7. ESTRATEGIAS DE CONTROL

##### 7.1. Control cultural

En aquellos lugares donde se encuentra presente UG99 se implementan diversas prácticas culturales para reducir la intensidad de la enfermedad o proporcionar un control parcial a largo plazo. Una plantación tardía en otoño o una temprana en primavera utilizando variedades de maduración temprana, ayudará a reducir el tiempo de exposición del cultivo al patógeno.

Mediante el control de hospedantes alternantes como el agracejo (*Berberis*). Los programas de erradicación de hospedantes alternativos tienen efectos importantes en la limitación de las epidemias de la roya del tallo en América del Norte y en Europa (CABI, 2007).

##### 7.2. Control genético

La mejor estrategia para el control genético duradero es iniciar a través de la búsqueda de genes resistentes que presentan efectos acumulativos. El gen resistente *Sr2*, transferido a trigos hexaploides de trigos tetraploides, es un buen ejemplo de genes resistentes (CIMMYT, 2005).

##### 7.3. Control químico

Los fungicidas hasta ahora evaluados sólo pueden reducir la severidad, pero no afectan directamente al hongo, además de que el uso de estos plaguicidas resulta costoso (CLS, 2008).

En experimentos realizados Wanyer *et al.* (2009) encontraron que los fungicidas azoxistrobin a 200 g/litro + ciproconazole a 80 g/litro (AmistarXtra 280 SC<sup>®</sup>), tebuconazole (Folicur 250 EC<sup>®</sup>), tebuconazole + tridimenol (Silvacur 375 EC<sup>®</sup>), y tebuconazole (Orius 25 EW<sup>®</sup>) fueron efectivos en la reducción de UG99 en los sitios probados. Los fungicidas trifloxystrobin + propiconazole (Stratego 250 EC<sup>®</sup>), hexaconazole (Cotaf 5 EC<sup>®</sup>), epoxiconazole + carbendazim (Swing 250 EC<sup>®</sup>), cyproconazole a 80 g/litros + propiconazole a 250 g/litro (Artea 330EC<sup>®</sup>), y epoxiconazole a 125 g/litro + carbendazim a 125 g/litro (Soprano C 250 EC<sup>®</sup>) fueron inconsistentes en la reducción de la enfermedad.

Los resultados sugieren que los fungicidas utilizados pueden ser efectivos en la reducción de la severidad de la roya e incrementa el rendimiento de cultivos de trigo susceptibles en zonas de riesgo.

En México, los fungicidas azoxistrobin + ciproconazole y tebuconazole son los que se encuentran registrados y autorizados para emplearse en el cultivo de trigo (COFEPRIS, 2010).

#### 8. LITERATURA CITADA

CABI. 2007. Crop Protection Compendium. Data Sheet for: *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* Global Module 7<sup>nd</sup>. Edition. CAB Internacional. UK.

CIMMYT. 2005. Sounding the Alarm on Global Stem Rust. An Assessment of UG99 in Kenya and Ethiopia and Potential for Impact in neighboring Regions and Beyond. 26pp.

CIMMYT. 2009. Enfermedades causadas por hongos (En línea: <http://www.cimmyt.org/spanish/docs/field>)

\_guides/enfplagagrigo/Hongos.pdf  
consultado el 28 de Diciembre de 2009)

Agriculture, Veterinary Science, Nutrition  
and Natural Resources 1(054)

Cooke, B.M.; Jones, D. Gareth; Kaye, B. 2006.  
The Epidemiology of Plant Diseases.  
Springer. (2nd edition).

USDA. Wheat stem rust 2009 (En línea:  
[http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?  
docid=9910](http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=9910) citado el 28 de Diciembre de  
2009).

COFEPRIS. Catálogo de plaguicidas. 2010.

Disponible en:  
[www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/plaguicidas  
\\_y\\_fertilizantes](http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/plaguicidas_y_fertilizantes)

FAO. 2006. Determinación de la situación de  
una plaga en un área. Normas  
Internacionales Para Medidas  
Fitosanitarias n.º 8. Secretaría de la  
Convención Internacional de Protección  
Fitosanitaria.

FAO. 2009. Wheat Rust Disease Global  
Programme (En línea: [www.fao.org/](http://www.fao.org/)  
citado el 28 de Diciembre de 2009)

NAPPO. 2008. Posición de la NAPPO con  
respecto a las nuevas razas de la roya  
del trigo causada por *Puccinia graminis* f.  
sp. *tritici* (UGG99) . Secretaría de la  
Organización Norteamericana de  
Protección a las Plantas (NAPPO).  
Publicada el: 11 de agosto del 2008.

SIAP. 2009. Anuarios Estadísticos de la  
Producción Agrícola en México.  
Secretaria de Agricultura, Ganadera,  
Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.  
Versión Electrónica.

Singh, P, R., Hodson, P, D., Jin, Y., Huerta, E,  
J., Kinyua, G, M., Wanyera, R., Njau, P.,  
and Ward, W, R. 2006. Current status,  
likely migration and strategies to mitigate  
the threat to wheat production from race  
Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen.  
CAB Reviews: Perspectives in