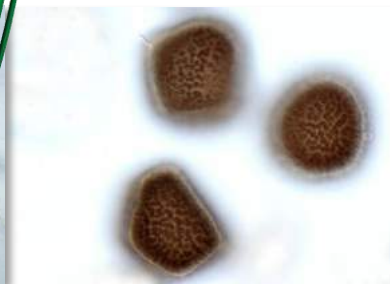
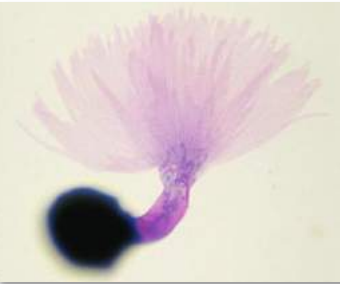
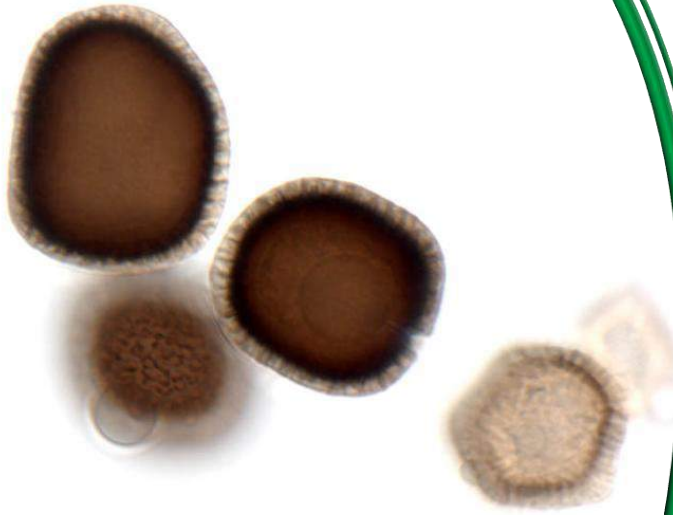


# CARBÓN PARCIAL DEL TRIGO

*Tilletia indica* Mitra

Ficha Técnica No. 24



Durán, 2008., Durán 2016., Castlebury L.A. & Shivas R.G. 2006.

ISBN: 978-607-715-140-1



SENASICA nos protege a todos

**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**SENASICA**  
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,  
INOCUIDAD Y CALIDAD  
AGROALIMENTARIA

## Contenido

IDENTIDAD.....	2
Nombre científico.....	2
Sinonimia.....	2
Clasificación taxonómica.....	2
Nombre común.....	2
Código EPPO.....	2
Estatus fitosanitario.....	2
Situación de la plaga en México.....	2
IMPORTANCIA DE LA PLAGA.....	2
Impacto económico a nivel mundial.....	3
Potencial de Impacto económico en México.....	3
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA.....	3
HOSPEDANTES.....	5
ASPECTOS BIOLÓGICOS.....	8
Ciclo biológico.....	8
Descripción morfológica.....	10
Síntomas y Daños.....	11
Similitud con otras especies de <i>Tilletia</i> .....	12
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	12
Epidemiología de la plaga.....	12
Dispersión.....	13
Métodos de diagnóstico.....	13
MEDIDAS FITOSANITARIAS.....	13
Control cultural.....	13
Control químico.....	14
Resistencia vegetal.....	14
Medidas Regulatorias.....	14
Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.....	15
Alerta fitosanitaria.....	15
Toma y envío de Muestras.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	15

## IDENTIDAD

### Nombre científico

*Tilletia indica* Mitra.

### Sinonimia

*Neovossia indica* (Mitra) Mundk.

### Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Phylum: Basidiomycota

Clase: Exobasidiomycetes

Orden: Tilletiales

Familia: Tilletiaceae

Género: *Tilletia*

Especie: *Tilletia indica*  
(Mycobank, 2016).

### Nombre común

Nombre común	
Español	Carbón parcial del trigo Carbón de Karnal Enfermedad de los carbones
Inglés	Partial bunt of wheat Karnal bunt of wheat Indian bunt of wheat
Francés	Carie de Karnal

(CABI, 2016; EPPO, 2002).

**Código EPPO:** (EPPO, 2002).

NEOVIN.

## Estatus Fitosanitario

De acuerdo a la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5, “Glosario de términos fitosanitarios” (IPPC, 2016a), cumple con la definición de plaga cuarentenaria, ya que esta plaga se encuentra presente en el país, sujeta a control oficial y puede potencialmente causar pérdidas económicas en cultivos hospedantes.

## Situación de la plaga en México

Según la (NIMF) No. 8, “Determinación de la situación de una plaga en un área” (IPPC, 2016 b), *Tilletia indica*, es una plaga Presente: solo en algunas áreas (Baja California, Sonora, Sinaloa y Edo de Méx).

## IMPORTANCIA DE LA PLAGA

Debido al riesgo de establecimiento en áreas donde esta enfermedad no se encuentra presente, *Tilletia indica* ha sido clasificada como plaga cuarentenaria, por la Organización Europea de Protección de plantas (EPPO) ocupando el lugar 23 de la lista A1 (EPPO, 2016); por la IPPC para el continente africano (IPPC, 2014); por El Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE, 2016); así como para la región NAPPO, específicamente los EUA y México (SINAVEF, 2017). Por lo que las medidas de cuarentena son esenciales para prevenir su introducción a zonas libres de este patógeno, ya que de suceder esto, la comercialización de semilla y grano harinero

podrían restringirse. De acuerdo al listado de priorización de plagas a vigilar para el 2017, y conforme a la metodología establecida para tal, se determinó que *Tilletia indica* representa un riesgo latente para México, por lo que se establecen estrategias de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para evitar la introducción de este patógeno a zonas libres del país.

### **Impacto económico a nivel mundial**

*T. indica* es una enfermedad de importancia económica moderada en las regiones donde se presenta. Sin embargo, es una plaga considerada como cuarentenaria en más de 40 países. Los EUA, por ejemplo, ha impuesto niveles de “tolerancia cero” a la presencia de teliósporas en embarques de semilla procedentes del CIMMYT (Carreón et al., 1992). *T. indica* reduce la calidad del grano, al causar pérdida de color, además ocasiona al grano y productos elaborados un olor desagradable. Se considera que el *Triticum* que tiene un 3% de granos infestados no es apto para consumo humano (Fuentes-Dávila, 1996). El impacto económico significativo se debe al costo de las medidas cuarentenarias impuestas para *T. indica*. Para los EUA, los gastos derivados de medidas cuarentenarias, del período de 1996 a 2001 fueron de 35 millones de dólares (Vocke et al., 2002).

### **Potencial de impacto económico en México**

La agricultura en México, es considerada una de las actividades económicas más importantes, además es el sector productivo

de mayor importancia desde el punto de vista social y económico. Por lo que es necesario mantener los cultivos libres de plagas de importancia cuarentenaria, principalmente los cultivos básicos como el trigo y triticale. En México, las pérdidas directas debidas a *T. indica* no son superiores al 1%. Carreón y colaboradores (1992) indican que las pérdidas anuales estimadas para México son de 7.02 millones de dólares, definidos como costos directos (pérdidas en el rendimiento y calidad) e indirectos (costo por mantener medidas cuarentenarias, fumigación de grano y restricciones en el uso de semilla sana). De dispersarse y establecerse en México podría afectar una superficie sembrada de trigo de 867,839.06 ha, con una producción de 3,946,983.57 ton y un valor de producción de 15,216.69 millones de pesos (SIAP, 2017, con datos del 2015).

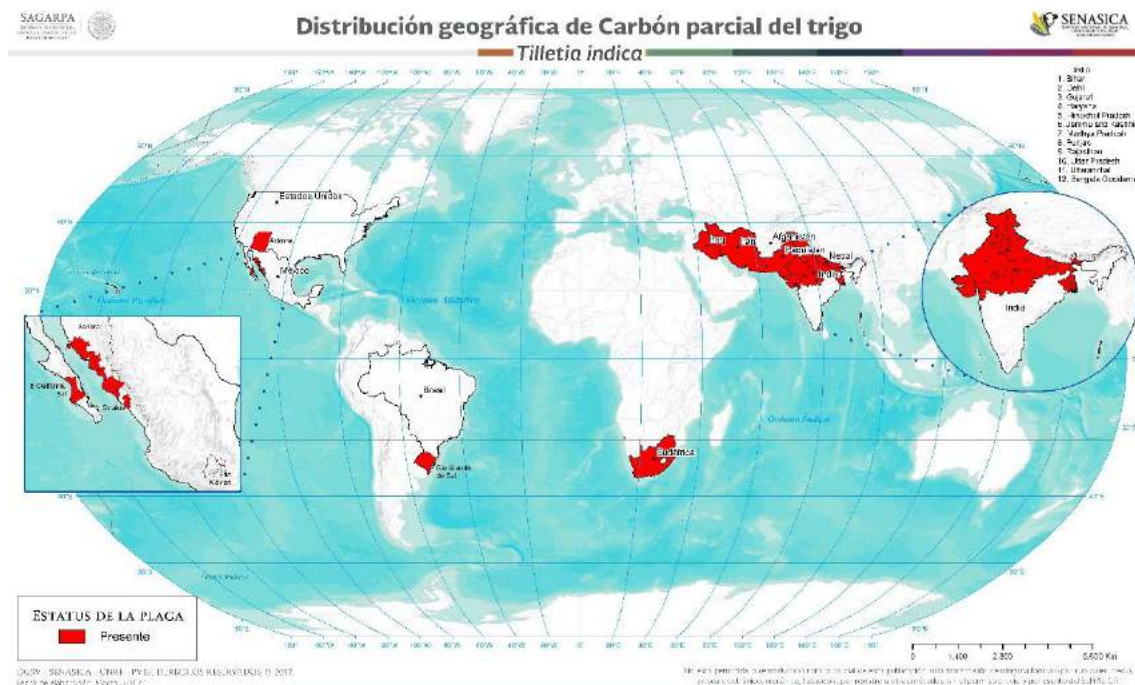
### **DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA**

De acuerdo a EPPO (2016), *T. indica* se encuentra en Sudáfrica, en el continente africano. En diversos países de Asia, así como en el continente americano, en este, se localiza en algunos condados de Arizona, EUA; en Río Grande do Sul, Brasil; en México se localiza en parte de algunas regiones de Baja California, Sinaloa y Sonora (Cuadro 1 y Figura 1) (SINAVEF, 2017).

**Cuadro 1.** Distribución geográfica del carbón parcial del trigo.

<b>Países y zonas con reportes de <i>T. indica</i></b>	
África	Sudáfrica.
Asia	Afganistán, India (Bengala Occidental, Bihar, Delhi, Gujarat, Haryana, Himachal Pradesh, Jammu y Cachemira, Madhya Pradesh, Punjab, Rajastán, Uttar Pradesh, Uttarakhand), Irán, Iraq, Nepal y Pakistán.
América	México: Baja California Sur (Comondú), Estado de México (Texcoco), Sonora (Bacúm, Benito Juárez, Cajeme, Etchojoa, Guaymas, Hermosillo, Huatabampo, Navojoa y San Ignacio Río Muerto) y Sinaloa (Ahome, Angostura, Culiacán, El Fuerte, Guasave, Salvador Alvarado y Sinaloa); Estados Unidos (Arizona) y Brasil (limitado a Río Grande do Sul, en proceso de erradicación).

Fuente: EPPO, 2016.



**Figura 1.** Distribución geográfica del carbón parcial del trigo (*T. indica*) a nivel mundial (EPPO, 2016; SAGARPA-SENASICA, 2016).

## Distribución nacional

En la actualidad el carbón parcial del trigo se encuentra presente en los estados de Baja California Sur (Comondú), Sonora (Bácum, Benito Juárez, Cajeme, Etchojoa, Guaymas, Hermosillo, Huatabampo, Navojoa y San

Ignacio Río Muerto), Sinaloa (Ahome, Angostura, Culiacán, El Fuerte, Guasave, Salvador Alvarado y Sinaloa) y Estado de México (Texcoco).



**Figura 2.** Distribución nacional del carbón parcial del trigo (*T. indica*) (SINAVEF, 2016).

## HOSPEDANTES

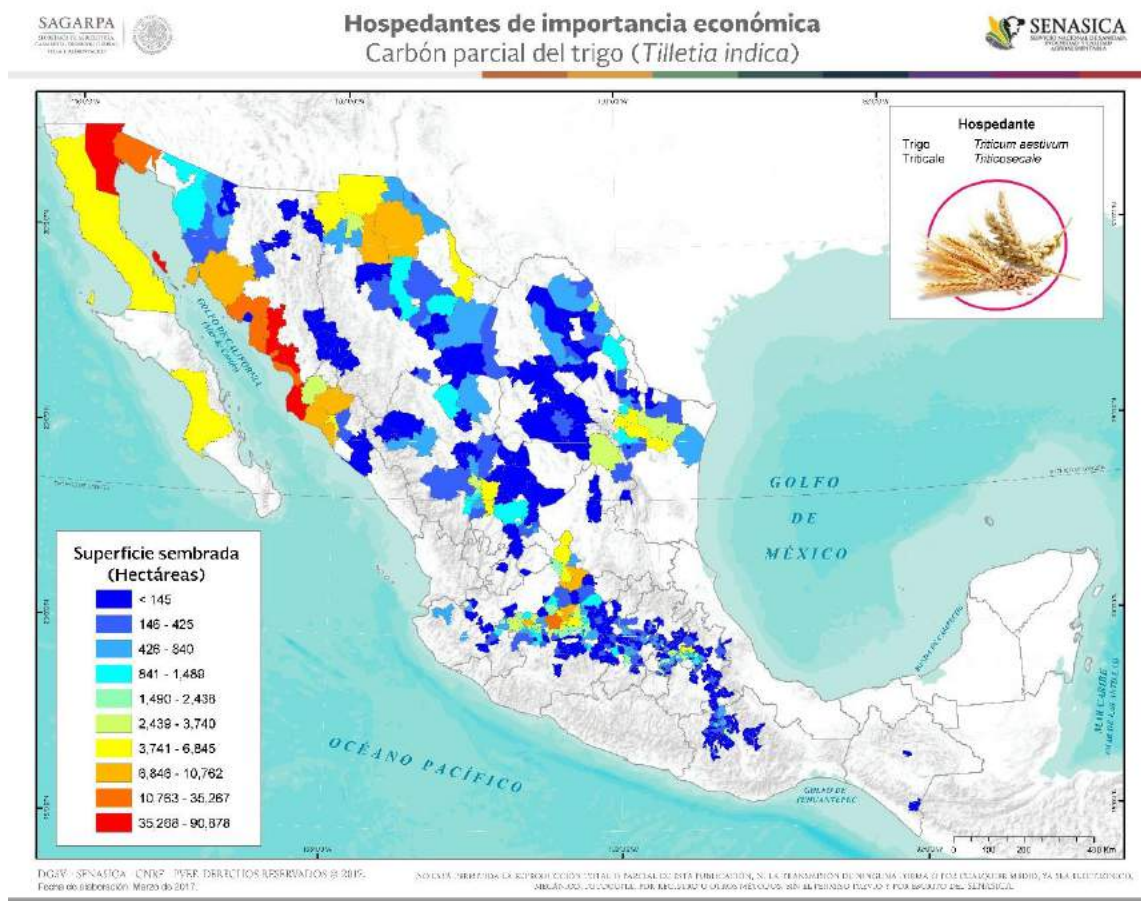
El carbón parcial del trigo ataca principalmente al trigo harinero (*Triticum aestivum*), también puede afectar a trigo duro (*Triticum durum*) y triticale (*Triticosecale*

sp.), los cuales son menos susceptibles (Dávila, 1996; EPPO, 2016, CABI, 2016).

## Distribución nacional de hospedantes

De acuerdo con datos de SIAP (2017), en México el cultivo de trigo y triticale se encuentran distribuidos principalmente en los estados de Sonora, Baja California, Sinaloa, Guanajuato, Chihuahua, Michoacán, Jalisco, Tlaxcala y Nuevo León, los cuales ocupan

cerca del 90 % de la superficie sembrada (Cuadro 2, Figura 3).



**Cuadro 2.** Principales Estados productores de Trigo y Triticale de grano en México.

Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Producción (Ton)	Valor Producción (Millones de Pesos)
<b>Sonora</b>	326,497.30	1,643,189.50	6,897.66
<b>Baja California</b>	97,723.34	538,185.34	2,274.59
<b>Sinaloa</b>	80,654.86	326,917.56	1,150.85
<b>Guanajuato</b>	82,405.73	371,881.77	1,324.65
<b>Chihuahua</b>	43,497.57	239,266.32	816.69
<b>Michoacán</b>	40,725.00	187,203.27	663.74
<b>Jalisco</b>	35,956.50	182,804.98	551.01
<b>Tlaxcala</b>	32,657.70	92569.3	341.71
<b>Nuevo León</b>	35,956.50	182,804.98	551.01
<b>México</b>	18,786.04	47726.52	161.07
<b>Zacatecas</b>	18,423.97	20,212.72	72.31
<b>Oaxaca</b>	13,287.77	12,315.87	54.04
<b>Durango</b>	10,700.00	25,426.88	97.17
<b>Tamaulipas</b>	9,232.00	16,737.00	50.55
<b>Coahuila</b>	7,942.00	21,257.00	78.15
<b>Baja California Sur</b>	5,135.00	22,929.00	82.54
<b>Puebla</b>	3,558.00	5,349.47	16.58
<b>Hidalgo</b>	2,288.78	3,543.06	17.74
<b>Veracruz</b>	760.00	975.94	2.38
<b>San Luis Potosí</b>	664.00	603.76	2.33
<b>Querétaro</b>	606.00	2,164.60	6.87
<b>Morelos</b>	290.00	1,028.00	2.64
<b>Chiapas</b>	91.00	90.73	0.37
<b>Total</b>	<b>867,839.06</b>	<b>3,946,983.57</b>	<b>15,216.69</b>

Fuente SIAP, 2017.



## ASPECTOS BIOLÓGICOS

### Ciclo biológico

Las esporas de *T. indica* pueden permanecer viables en el suelo; se ha encontrado que en zonas donde no se siembra trigo por 2 años, la presencia del patógeno se reduce, pero no logra eliminarse. El ciclo infectivo de *T. indica* inicia en la etapa fenológica de formación de espiga (espigazón) del cultivo y va disminuyendo en la etapa de floración (Goares y Jackson, 2006). Las teliosporas germinan sobre el suelo o cerca de la superficie, a una temperatura promedio de 20 a 25 °C, con un contenido de humedad del suelo de 5 a 40 %, con lluvias ligeras y clima nublado (Krishna and Singh, 1982; Rattan and Aujla, 1992, mencionado por CABI, 2016). Bajo estas

emerge el basidium, también llamado promicelio y se producen de 10 a 150 basidiosporas, también llamados esporidios primarios, agrupados en una terminal con forma de hoz (Figura 4). Los esporidios primarios pueden formar hifas o estructuras semejantes a un esterigma donde se forman los esporidios. Estos esporidios secundarios pueden germinar directamente o producir más esporidios secundarios alantoides, llamados balistosporos (Carris *et al.*, 2006; Goates y Hoffmann, 1979; Ingold, 1997). Los esporidios primarios filiformes y los secundarios alantoides (Figura 5) son dispersados a las espigas por el viento o por el salpique del agua de lluvia. Los esporidios alantoides son los responsables directos de infectar y generar plantas enfermas (Carris *et al.*, 2006; Dhaliwal y Singh 1989) y tienen la capacidad de germinar bajo una variedad de condiciones de temperatura y humedad (Smilanick *et al.*, 1989).



**Figura 4.** Telióspora germinada, basidium y esporidias de *T. indica*. Créditos: R. Durán, Universidad del Estado de Washington (USA).

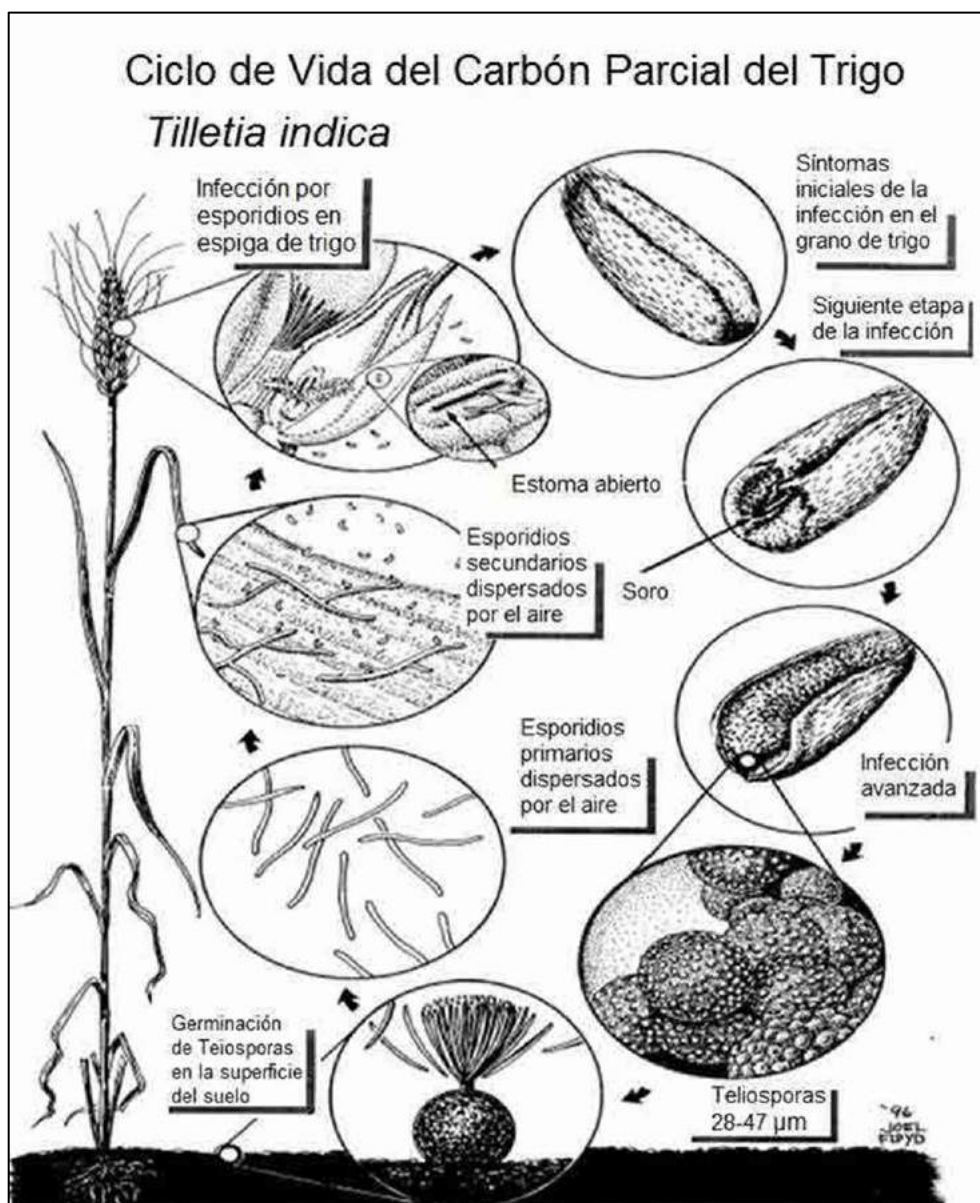


**Figura 5.** Esporidios alantoides Créditos: Carris *et al.*, 2006.

condiciones se rompe la pared de la teliospora,

Los tubos germinativos se originan de los esporidios secundarios, crecen y para penetrar en la semilla, se dirigen hacia las aberturas estomáticas de la gluma, lema o palea (Figura 6). Las hifas crecen intercelularmente en la gluma, lema, palea y

posiblemente en el raquis; posteriormente penetran en la base del ovario, infectando el grano recién formado y se desarrollan en el espacio intercelular entre el endospermo y el tegumento de la semilla, limitándose normalmente al pericarpio (Figura 7) (Goates, 1988, mencionado por CABI, 2016).



**Figura 6.** Ciclo de Infección producido por el carbón parcial del trigo (*T. indica*).  
Créditos: USDA, s/a.

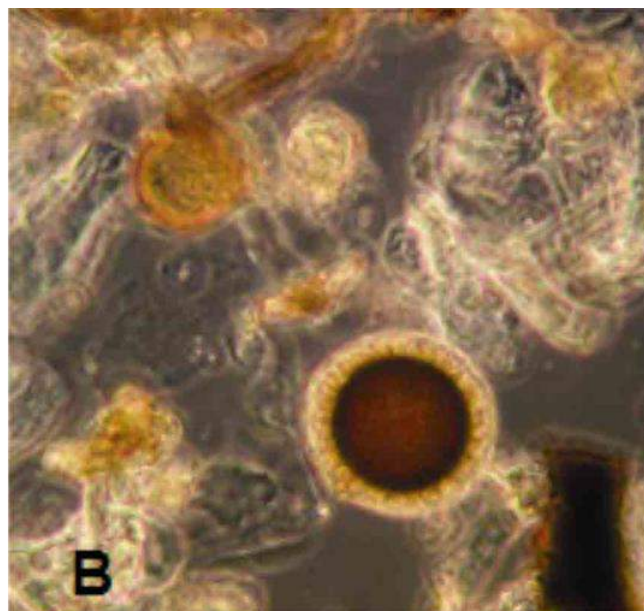
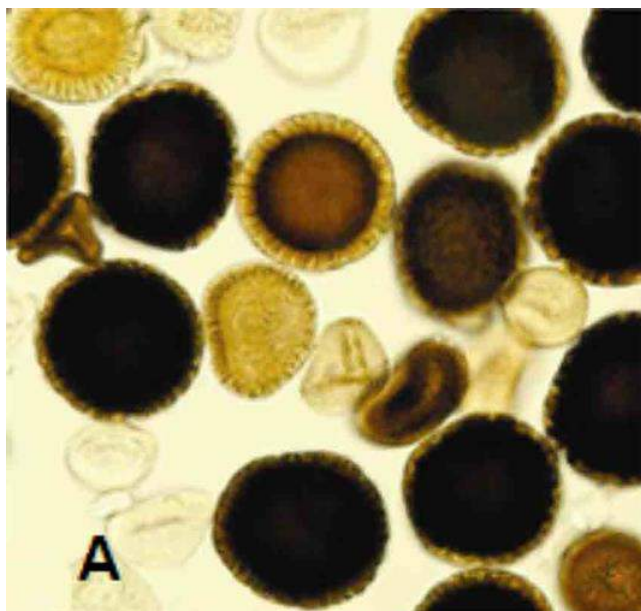


**Figura 7.** Sección transversal de un grano de trigo infectado con *T. indica*, mostrando el desarrollo de las teliosporas en las capas del peridermo. Créditos: Carris et al., 2006.

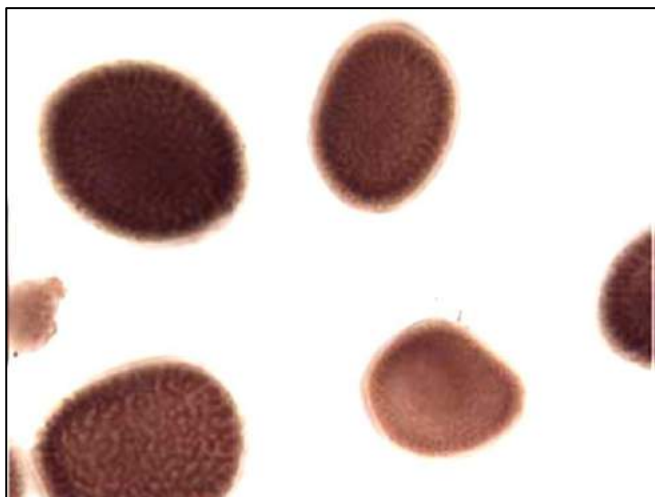
globosa a subglobosa, el color puede variar de naranja oscuro a café cobrizo o café oscuro, cuando son jóvenes, pero las teliosporas maduras son muy oscuras, de color negro, ocasionalmente traen consigo un fragmento de hifa; miden de 24-47  $\mu\text{m}$  de diámetro (aproximadamente el doble de *Tilletia caries*), aunque pueden ser de hasta 64  $\mu\text{m}$ , con un promedio de 35 a 41  $\mu\text{m}$  (Figura 6). Poseen espinas con punta aguda a truncada, dispuestas densamente, formando una trama tuberculada fina (Figura 8 y 9). Están cubiertas por una membrana delgada hialina. Los esporidios primarios o basidiosporas, miden 64-79 x 1.5-2  $\mu\text{m}$ ; los esporidios secundarios de 12 a 13 x 2  $\mu\text{m}$ . (CABI, 2014; Carris et al., 2006; Dhaliwal y Singh, 1989).

### Descripción morfológica

*T. indica* produce teliosporas de forma



**Figura 8.** Teliósporas de *T. indica*, obtenidas del raspado de un grano infectado. Créditos: Ruben Durán, Washington State University. B) Teliósporas obtenidas de suelo infectado. Créditos: Blair Cabras, USDA-ARS, s/a.



**Figura 9.** Vista de *T. indica* mostrando la característica ornamentación tuberculada del exosporo. Créditos: Carris et al., 2006.

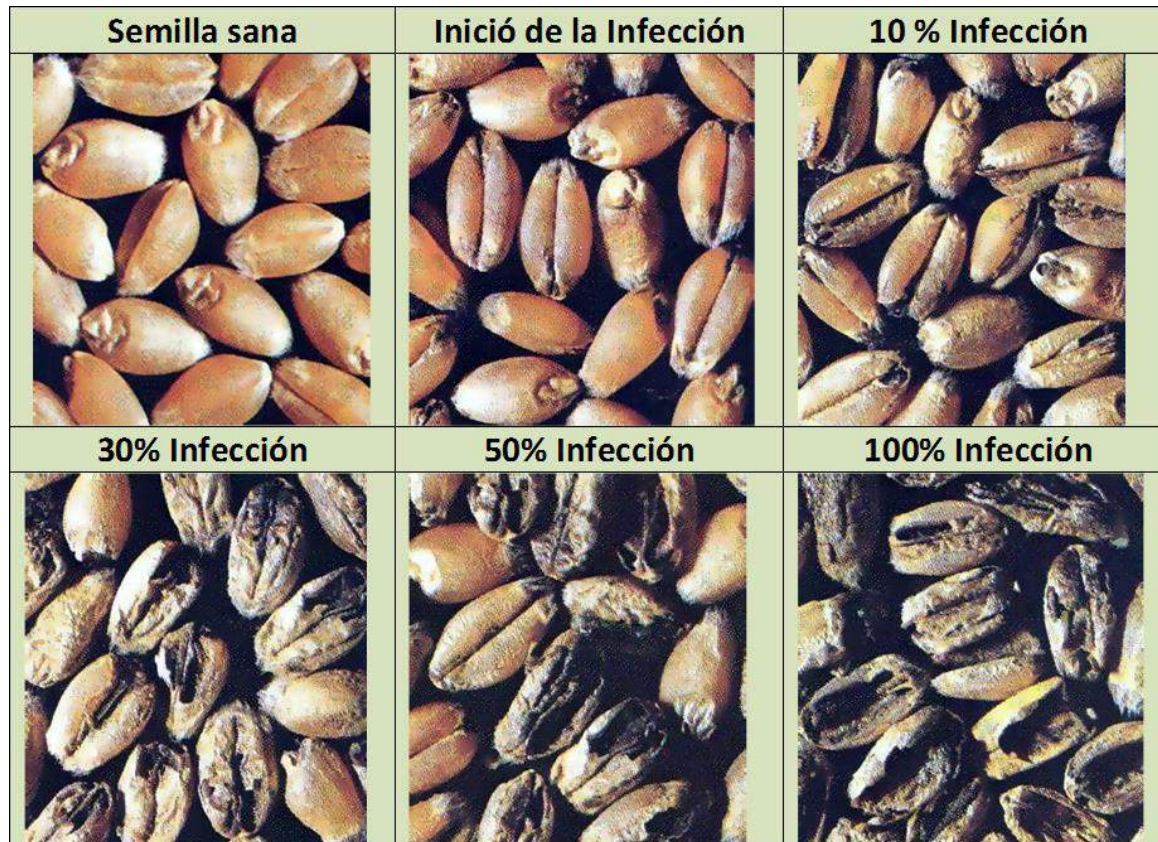
## Síntomas y Daños

Los síntomas de esta enfermedad son difíciles de detectar antes de la cosecha. Las espigas infectadas pueden disminuir en longitud y número de espiguillas, por lo general, no más de cinco a seis granos de cada espiga son afectados (Mundkor, 1943), de ahí el nombre de carbón parcial. Los granos enfermos solo se pueden detectar mediante una inspección ocular, para lo cual es necesario sacar el grano de la espiga. Al aplastar los granos afectados, estos emiten un olor a pescado descompuesto, debido a la secreción de triemetilaminas por las teliosporas (Nielsen, 1963, citado por Carris et al., 2006; DPHQ, 2001).

En infecciones iniciales, el grano es parcialmente destruido, el ataque empieza a lo largo de la sutura dejando el endospermo intacto, cubierto por la cascarilla que puede

estar parcial o totalmente rota. En el caso de una infección leve, sólo se observa un punto negro, justo debajo del embrión, hacia la sutura. En una infección avanzada, los tejidos situados a lo largo de la sutura y el endospermo son reemplazados por masas oscuras de teliosporas, partes significativas del pericarpio y a veces del endospermo quedan intactas (Carris et al., 2006; Warham, 1986). Las glumas se separan exponiendo los granos infectados y tanto los granos como las glumas pueden caer al suelo. El nivel de daño puede variar desde un ligero oscurecimiento en la punta del grano, a la corrosión y vaciado del grano (Figura 10). Los granos con carbón parcial generalmente son frágiles y oscuros. Se observan grietas en donde se ve una masa polvorienta de esporas negras en la parte terminal del embrión, o a lo largo de las ranuras del grano (DPHQ, 2001).

El carbón parcial no tiene gran impacto sobre los rendimientos, pero si afecta la calidad de la harina cuando los granos afectados en su exterior manifiestan infecciones mayores al 3 %.



**Figura 10.** Porcentajes de infección causados por carbón parcial del trigo (*T. indica*), en grano del trigo. Créditos: CIMMYT, 2015.

### Similitud con otras especies de *Tilletia*.

El tono opaco de las teliosporas de *T. indica* es un carácter que la diferencia de *T. walkeri*, cuyas teliosporas son de color amarillo pálido a café rojizo oscuro; otras particularidades son: la forma frecuentemente globosa, la ornamentación, el tamaño en diámetro de 28 a 35  $\mu$ , con una pared lisa de hasta 7  $\mu$ m de gruesa, el hospedante, que para el caso de *T. walkeri* es *Lolium* spp. (pasto Ryegrass), etc. (NAPPO, 2014; Carris et al., 2006). Otras especies de *Tilletia* que se pueden confundir con *T. indica* son: *T. horrida*, *T. pulcherrima*, *T. pennisetina*,

*T. barclayana*, etc. Sin embargo, *T. horrida* ataca solo arroz, las otras especies atacan a pastos, del género *Digitaria* y *Panicum*. *T. indica* ataca únicamente a trigo y triticale (Carris et al., 2006; IPPC, 2014b).

## ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

### Epidemiología de la plaga

Las condiciones ambientales determinan la inductividad requerida para que se presente la infección, se ha observado que las condiciones favorables para la germinación de

las teliosporas son temperaturas de 15 a 25 °C, humedad relativa mínima de 82 % y agua libre disponible. La infección de las espigas durante la etapa de floración requiere de días con lluvias ligeras y nublados continuos, durante dos a tres semanas. Por otro lado, la ocurrencia de luz solar y baja humedad relativa, merman el desarrollo de la enfermedad (EPPO/ CABI, 1997). De acuerdo con Nagarajan (1991, citado por Nagarajan *et al.*, 1997) las teliosporas pierden su viabilidad a temperaturas extremas, por debajo de cero °C y temperaturas superiores a 45 °C.

## Dispersión

El hongo *T. indica* se propaga por medio de teliosporas. Además, de ser transmitidas por semilla contaminada, las esporas pueden ser transportadas a otras áreas a través de todo aquello a lo que puedan adherirse (plantas, ropa, equipo agrícola, herramientas, vehículos, cosechadoras, entre otros). También pueden ser dispersados por el agua de lluvia y los animales como insectos y aves, ya sea como contaminantes externos o a través de sus heces (CGKB, DPHQ, 2001).

## Métodos de diagnóstico

Dada su similitud con otros carbones, la NAPPO ha emitido la Norma Regional de Medidas Fitosanitarias (NRMF) 21 “Procedimiento armonizado para distinguir morfológicamente a las teliosporas del carbón parcial de las del carbón del pasto, carbón del arroz y otros tizones similares (NAPPO, 2014). Esta norma describe los procedimientos a seguir por los países miembros de la NAPPO, para distinguir morfológicamente a las

teliosporas de *Tilletia indica* (carbón parcial del trigo), *Tilletia walkeri* (carbón del pasto), *Tilletia horrida* (carbón del arroz), *Tilletia pulcherrima* y *Tilletia barclayana*. A su vez, la IPPC (2014b) ha emitido en la NIMF 27 Protocolos de Diagnóstico, el anexo 4: *Tilletia indica* Mitra, el cual incluye los métodos de identificación y diferenciación para este carbón y otros parecidos. Comprende morfología, identificación y comparación con otras especies de *Tilletia*, Identificación mediante análisis molecular: análisis de la región ITIS con enzimas de restricción y diferentes pruebas de PCR, incluyendo la amplificación del ADN de *T. indica* antes de PCR en tiempo real.

## MEDIDAS FITOSANITARIAS

### Control cultural

El manejo del cultivo influye en las condiciones microambientales y por consiguiente en la incidencia de esta enfermedad. Dosis altas de fertilización nitrógenada y una irrigación excesiva favorecen el desarrollo del carbón parcial (Warham 1986, citado por CABI, 2016). La siembra en surcos favorece la circulación del aire y la penetración de luz, en comparación a la siembra en melgas, lo que trae como consecuencia la reducción de la humedad relativa y un secado más rápido del agua libre de rocío, con la subsecuente disminución de la enfermedad (SIAFESON, 2009).

Una práctica cuestionable es la rotación de cultivos, ya que *T. indica* puede sobrevivir hasta 4 años en el suelo. Para prevenir la propagación de esta enfermedad en áreas no

afectadas, es esencial el empleo de semilla sana certificada. El movimiento de maquinaria agrícola también debe ser restringido (CABI, 2016).

En experimentos en la India se cortó la hoja bandera, antes de la emergencia de la espiguilla, reduciendo la severidad por carbón parcial en un 80 %, lo que confirma, que la hoja bandera actúa como receptor de los esporidios secundarios (Nagarajan *et al.*, 1997).

## Control químico

Se han usado una diversidad de tratamientos con fungicidas en semillas para reducir la propagación del inóculo. Sin embargo, con la posible excepción de compuestos mercuriales, ninguno es capaz de destruir a las teliosporas de las semillas infectadas. La aplicación de fungicidas a la planta, en etapa de floración es una opción viable para minimizar la incidencia de la enfermedad en lotes de producción de semilla (Duveiller y Mezzalama, 2009). Por su parte, Foster y Goetes (1996), citan que el propiconazol ha sido el fungicida más efectivo. Duveiller y Mezzalama (2009) refieren que aspersiones foliares con propiconazol, triadimefon and carbendazim pueden controlar la incidencia de *T. indica*, sin embargo, el costo económico de estos productos lo hace una práctica recomendable solo en lotes de producción de semillas.

## Resistencia vegetal

El mejoramiento genético es una de las mejores opciones para combatir esta enfermedad, al no incrementar los costos de

producción. Si bien, no se ha detectado resistencia completa en variedades comerciales, existen diferencias genéticas en la susceptibilidad a la enfermedad. La más notable es la existente entre los trigos cristalinos, con un alto grado de resistencia y trigos harineros, generalmente susceptibles (SIAFESON, 2009).

El CIMMYT tiene un programa de mejoramiento de trigo, para la obtención de variedades tolerantes o resistentes al carbón parcial (Duveiller y Mezzalama, 2009). Al respecto, en México, algunas líneas de trigo que han mostrado resistencia moderada en sus inicios son: Aldan/IAS58 de Brasil, Shanghai-7 de China y Roek//Maya/Nac, Star, Vee # 7/Bow y Weaver.

Hasta el 2009, los mejores cultivares disponibles de trigo harinero eran: Arivechi M92, HD 29, HD 30, Navojoa M2007, INIFAP M97, Tobarito M97. Para trigo duro: Altar C84, Jupare C2001, Aconchi C89, Atil C2000, Banamichi C2004 (Camacho *et al.*, 1998; Duveiller y Mezzalama, 2009).

## Medidas Regulatorias

*T. indica* se encuentra en el listado de plagas reglamentadas de México ante la IPPC (2015). Asimismo, está regulada en el Módulo de Requisitos Fitosanitarios para la Importación (SENASICA-SAGARPA, 2017a), también por las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-017-FITO-1995, por la que se establece la cuarentena exterior para prevenir la introducción de plagas del trigo; por la NOM-001-FITO-2001, por la que se establece la campaña contra el carbón parcial del trigo y por la NOM-069-FITO-1995, para el

establecimiento y reconocimiento de zonas libres de plagas (SENASICA-SAGARPA, 2017b).

## VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA

Con el fin de detectar de manera oportuna al carbón parcial del trigo, la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGVS), a través del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF), realiza acciones para la detección temprana de esta plaga como muestreo y viveros trampa en Baja California, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, México, Nuevo León, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala y Zacatecas establecidas estratégicamente con base en la distribución y superficie sembrada de hospedantes, etapas fenológicas inductivas, condiciones climáticas inductivas, biología de la enfermedad, rutas de comercialización y vías de comunicación (SENASICA-DGSV, 2017). La descripción de las estrategias fitosanitarias para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria las puede consultar en el link: <http://sinavef.senasica.gob.mx/SIRVEF/AccionOperativa.aspx>

### Toma y envío de Muestras

Para carbón parcial del trigo la toma de muestras se realizará cuando el cultivo este en la etapa de madurez fisiológica o próxima a la cosecha. Bajo un diseño de cinco de oros se seleccionaran 100 espigas por punto, para un total de 500; en cada punto se seleccionará una espiga cada cinco pasos en zig-zag; las espigas se desgranarán

manualmente dentro de un costal nuevo o que no haya sido empleado en otros predios; del grano obtenido tomar una muestra compuesta de 1.5 kg en una bolsa de papel grueso, etiquetada con los datos correspondientes. Para mayor información, los manuales de toma y envío de muestras para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria los puede consultar en el link <http://sinavef.senasica.gob.mx/SIRVEF/ReporteCiudadano.aspx>.

### Alerta fitosanitaria

En adición a las acciones del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para la detección oportuna de focos, la DGSV ha puesto a disposición la comunicación pública mediante el teléfono (01)-800-98-79-879 y el correo electrónico [alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx](mailto:alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx)

## BIBLIOGRAFÍA

- CAB International.** 2016. *Tilletia indica* (Karnal bunt of wheat) Datasheet. Invasive Species Compendium. En línea: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/36168#20127201272> Fecha de consulta: 16 de febrero de 2017.
- Camacho C. M. A., P. F. Valencia, J. Huerta E. y J. J. Martínez S.** 1998. INIFAP M97 y TOBARITO M97: variedades de trigo harinero para el noroeste de México. Folleto técnico No. 33. INIFAP-SAGAR. México. En línea: <https://trigomexico.files.wordpress.co>



m/2011/02/inifap-m97-y-tobarito-m97.pdf Fecha de consulta: 28 de marzo de 2017.

**Carreón**, Z. M, Fuentes-Dávila, G, y G. P. Hettel. (Eds.) 1992. Estado actual de la investigación sobre el carbón parcial en México. Reporte Especial de Trigo No.7 CIMMYT. México, D.F.

**Carris**, L. M., L. A. Castlebury y B. J. Goates. 2006. Nonsystemic bunt fungi - *Tilletia indica* and *T. horrida*: A review of history, systematics, and biology. Annual Review of Phytopathology. 44: 113–133. En línea: <https://www.researchgate.net/publication/7297364> Fecha de consulta: 24 de febrero de 2017.

**CIMMYT**. 2015. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Carbón parcial *Tilletia indica*, Syn. *Neovossia indica*. En línea: <http://wheatdoctor.org/es/carbon-parcial>. Fecha de consulta: Marzo de 2015.

**COSAVE**. 2016. Listado de las principales plagas reglamentadas para la región del COSAVE. En línea: <http://www.cosave.org/sites/default/files/Anexo%20Resol%20213%20%20principales%20plagas%20reglamentadas.pdf> 20 de febrero de 2017. Fecha de consulta: 16 de febrero de 2017.

**CGKB**. s/a. Karnal bunt. Fungi-wheat. Crop Genebank Knowledge Base. En línea: [http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=450&itemid](http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php?option=com_content&view=article&id=450&itemid) Fecha de consulta: 1 de marzo de 2017.

**DGSV-CNRF**. 2016. Estrategias operativas vigilancia epidemiológica 2016.

Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. SENASICA. México, Cd. México 33-35 pp.

**DPHQ**. 2001. Technical Manual Karnal Bunt. Compiled by the Division Plant Health Promotion. Directorate of Plant Health and Quality (DPHQ). Published in the Republic of South Africa by the Department of Agriculture. South Africa, pp. 4 y 5.

**DOF**. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-001-FITO-2001, Por la que se establece la campaña contra el carbón parcial del trigo. Diario Oficial de la Federación (DOF) publicada el 8 de febrero de 2002. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=736177&fecha=08/02/2002](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=736177&fecha=08/02/2002) Fecha de consulta: 10 de marzo de 2017.

**Duveiller E.** y M. Mezzalama. 2009. Karnal Bunt. Screening for Resistance and Distributing KB Free Seed. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) En línea: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1289/96166.pdf> Fecha de consulta: 13 de marzo de 2017.

**EPPO**. *Tilletia indica*. Data sheets on Quarantine pests. En línea: [https://www.eppo.int/QUARANTINE/data\\_sheets/fungi/NEOVIN\\_ds.pdf](https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/fungi/NEOVIN_ds.pdf) Fecha de consulta: 16 de febrero de 2017.

**EPPO**, 2016. EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests. EPPO Standards. European and Mediterranean Plant Protection Organization. En línea: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards>

/PM1\_GENERAL/pm1-002-25-en\_A1A2\_2016.pdf Fecha de consulta: 20 de febrero de 2017.

**Foster** R. L. y B. J. Goetes. 1996. Karnal Bunt. Cooperative Extension service. University of Idaho. CIS 1069. En línea: <http://www.cals.uidaho.edu/edcomm/pdf/CIS/CIS1067.pdf>. Fecha de consulta 25 de Marzo de 2015.

**Fuentes-Dávila**, G. 1996. Common and dwarf bunt. *In*: Wilcoxon R. D, Saari E. E, Eds. Bunt and Smut Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico City: CIMMYT. p. 27–30.

**Goates** B. J. y E. W. Jackson, 2006. Susceptibility of wheat to *Tilletia indica* during stages of spike development. *Phytopathology*, 96(9):962–966.

**Ingold**, C. T. 1997. The basidium of *Tilletia* and its evolution. *Mycologist* 11(3):98–100.

**IPPC**. 2016a. International Plant Protection Convention (IPPC). ISPM 05. Glossary of phytosanitary terms (as adopted by CPM-11). En línea: <https://www.ippc.int/es/core-activities/standards-setting/ispms>. Fecha de consulta: 20 de febrero de 2017.

**IPPC**. 2016b. International Plant Protection Convention (IPPC). ISPM 08. Determination of pest status in an area. En línea: <https://www.ippc.int/en/core-activities/standards-setting/ispms/> Fecha de consulta: 20 de febrero de 2017.

**IPPC**. 2015. International Plant Protection Convention (IPPC). Lista de Plagas Reglamentadas de México. En

línea: <https://www.ippc.int/en/countries/mexico/reportingobligation/3> Fecha de consulta: 23 de febrero de 2017.

**IPPC**, 2014a. Findings of the survey: lists of regulated pests (ISPM19:2003) and Pest reporting (ISPM17:2002). IPPC Implementation Review and Support System, Rome. En línea: <https://www.ippc.int/largefiles/2014/Survey-Analysis-NPPOs-17-19.pdf> Fecha de consulta: 20 de febrero de 2017.

**IPPC**, 2014b. NIMF 27 PROTOCOLOS DE DIAGNÓSTICO. Anexo 4. *Tilletia indica* Mitra. International Plant Protection Convention. En línea: [https://www.ippc.int/sites/default/files/documents/20140321/dp\\_04\\_2014\\_tilletia\\_indica\\_es\\_2014-03-21\\_201403211348--676.98%20KB.pdf](https://www.ippc.int/sites/default/files/documents/20140321/dp_04_2014_tilletia_indica_es_2014-03-21_201403211348--676.98%20KB.pdf) Fecha de consulta: 10 de marzo de 2017.

**Mathur**, S.B. y B.M. Cunfer 1993. Karnal bunt. *In*: S.B. Mathur and B.M. Cunfer, eds. Seed-borne diseases and seed health testing of wheat, págs. 31–43. Frederiksberg (Dinamarca), Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. 168 págs

**Mycobank**. 2016. *Tilletia indica*. General information, Classification and associated taxa. En línea: <http://www.mycobank.org/BioloMICS.aspx?TableKey=14682616000000067&Rec=123982&Fields=All> Fecha de consulta: 16 de febrero de 2017.

**Mundkur** B. 1943. Karnal bunt, an air-borne disease. *Curr. Sci.* 12:230–31.

- Nagarajan S., S. S. Aujla, G. S. Nanda, I. Sharma, L. B. Goel, J. Kumar y D. V. Singh.** 1997. Karnal bunt (*Tilletia indica*) of wheat– a review. Review of Plant Pathology. Vol. 76 (12):1207-1214. En línea: <http://cabweb.org/PDF/ROPP/RPPRA560.PDF> Fecha de consulta: 13 de marzo de 2017.
- Nielsen J.** 1963. Trimethylammonium compounds in *Tilletia* spp. Can. J. Bot. 41:335–339.
- NAPPO,** 2014. NRMF 21 Procedimiento armonizado para distinguir morfológicamente a las teliosporas del carbón parcial de las del carbón del pasto, carbón del arroz y otros tizones similares. North American Plant Protection Organization. En línea: <http://nappo.org/files/9114/5088/3745/RSPM21-06-11-2014-s.pdf> Fecha de consulta: 10 de marzo de 2017.
- Rodríguez, V.** 2000. Historia de la Fitosanidad en México siglo XX. SAGAR-UACH-CP. México. pp. 94-96.
- SENASICA-SAGARPA.** 2017a. Módulo de Consulta de Requisitos Fitosanitarios para la importación de productos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/quienessomos/datosabiertos/senasica/Paginas/default.aspx> Fecha de consulta: 23 de febrero de 2017.
- SENASICA-SAGARPA.** 2017b. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Sanidad Vegetal. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En línea: <http://www.gob.mx/senasica/documentos/normas-oficiales-mexicanas-en-materia-de-sanidad-vegetal> Fecha de consulta: 23 de febrero de 2017.
- SIAFESON.** 2009. Manejo Fitosanitario del trigo, “Carbón Parcial del trigo”. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora. En línea: [www.siafeson.com](http://www.siafeson.com). Fecha de consulta: 15 de abril de 2010.
- SIRVEF,** 2017. Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. En línea: <http://sinavef.senasica.gob.mx>
- SIAP.** 2017. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Ciclo agrícola 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En línea: [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola.siap\\_gb/identidad/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola.siap_gb/identidad/index.jsp). Fecha de consulta: 16 de febrero de 2017.
- Vocke, G., E. W. Allen y J. M. Price.** 2002. Economic Analysis of Ending the Issuance of Karnal Bunt Phytosanitary Wheat Export Certificates. Economic Research Service/USDA. En línea: [https://www.aphis.usda.gov/plant\\_health/plant\\_pest\\_info/kb/downloads/200OERSEcoAnalysisStopPhytos.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/kb/downloads/200OERSEcoAnalysisStopPhytos.pdf) Fecha de consulta: 23 de febrero de 2017.
- Warham E.J.** 1986. Karnal bunt disease of wheat: a literature review. Tropical Pest Management, 32(3):229-242.

## Forma recomendada de citar:

**SENASICA. 2017.** Carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* Mitra). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal - Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Geoprocusamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF). Cd. de México. Última actualización: Marzo, 2017  
Ficha Técnica No. 24. 19 p.

Dudas sobre:

- Campañas Fito o Zoosanitarias
- Movilización de Productos Agroalimentarios y Mascotas

**01 800 987 9879**

Quejas • Denuncias

Órgano Interno de Control en el SENASICA

**+52(55) 5905 1000, ext. 51648**

**+52(55) 3871 8300, ext. 20385**

[www.gob.mx/sagarpa](http://www.gob.mx/sagarpa)

[www.gob.mx/senasica](http://www.gob.mx/senasica)

 SENASICA SAGARPA  @SENASICA  SENASICA SAGARPA

“Este programa es público, ajeno a cualquier partido político.  
Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa”.