

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

**DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN
CONJUNTO DE SISTEMAS PARA LA
CERTIFICACIÓN FITOSANITARIA DE TRIGO
DURO (*Triticum durum* L.) DE EXPORTACIÓN EN
EL ESTADO DE SONORA**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
PROTECCIÓN VEGETAL**

PRESENTA:

JOSE MANUEL GUTIÉRREZ RUELAS



Chapingo, México, Junio del 2000

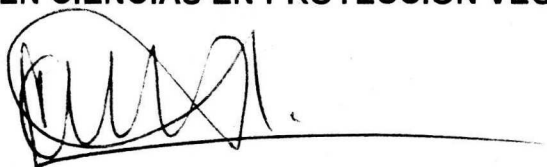
93429

Desarrollo y validación de un conjunto de sistemas para la certificación fitosanitaria de trigo duro (*Triticum durum* L.) de exportación en el estado de Sonora.

Tesis realizada por **JOSE MANUEL GUTIÉRREZ RUELAS**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

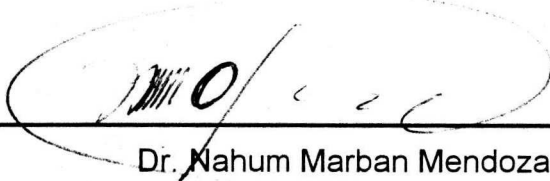
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

Director:



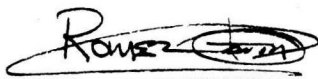
M.C. Cecilio Mendoza Zamora

Asesor:



Dr. Nahum Marban Mendoza

Asesor:

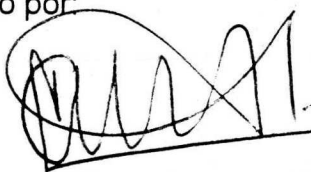


M.C. Alejandro Romero García

Desarrollo y validación de un conjunto de sistemas para la certificación fitosanitaria de trigo duro (*Triticum durum* L.) de exportación en el estado de Sonora.

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de José Manuel Gutiérrez Ruelas, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, estuvo constituido por:

Presidente:



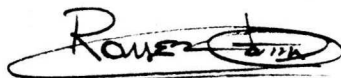
M.C. Cecilio Mendoza Zamora

Asesor:



Dr. Nahum Marban Mendoza

Asesor:



M.C. Alejandro Romero García

DEDICATORIAS

A mis padres José Gutiérrez Bonilla y María Ruelas Munguía, por su apoyo constante para permitir mi formación y desarrollo profesional.

A mi esposa Leticia Palomares Bravo y mis hijos Deyanira y Víctor Manuel, por su cariño y apoyo constante para que pueda desarrollar mis actividades de superación académica.

A mis hermanos, tíos y sobrinos, como un estímulo de superación familiar.

A mis compañeros de Maestría en Protección Vegetal, por su espíritu de compañerismo y trabajo de equipo para conseguir metas comunes.

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Cecilio Mendoza Zamora, por la acertada dirección del presente trabajo y por su apoyo para realizar mis estudios de posgrado.

Al Dr. Nahum Marban Mendoza, por sus atinadas sugerencia y correcciones a este trabajo de investigación.

Al M.C. Alejandro Romero García, por su revisión exhaustiva y aportaciones al presente trabajo.

A los Directivos actuales y anteriores de la Dirección General de Sanidad Vegetal, por haberme permitido y apoyado para realizar mis estudios de Maestría.

A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Parasitología Agrícola, por las facilidades otorgadas para la realización de mis estudios.

A las autoridades de la Delegación Estatal de la SAGAR en Sonora y a las Juntas Locales de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui, Valle del Mayo y Costa de Hermosillo por el apoyo otorgado para desarrollar este programa de certificación.

A mis compañeros y amigos del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria y de la Dirección de Regulación Fitosanitaria, por el apoyo otorgado para llevar a buen termino el presente trabajo.

A Rosa María Calixto Flores y Alma Delia Ugarte Sánchez, por su invaluable apoyo para la realización de mis estudios.

DATOS BIOGRÁFICOS

José Manuel Gutiérrez Ruelas

Nació en Tepalcatepec, Mich., el 28 de febrero de 1959, realizó sus estudios elementales en la Escuela Primaria Federal "Miguel Hidalgo" y de secundaria en la Escuela Tecnológica Agropecuaria N° 138, ambas localizadas en la referida población. Los estudios de preparatoria y profesional los efectuó en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA) – Universidad Autónoma Chapingo, de donde egresó en 1982 como Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola.

Durante su desarrollo profesional se ha desempeñado como técnico analista del laboratorio de fitopatología de la CODAGEM en el estado de México, técnico del laboratorio Integral de Alimentos, S. C. En 1984 ingresa a la Dirección General de Sanidad Vegetal, donde ha sido responsable de diversas áreas en Regulación e Inspección Fitosanitaria. Actualmente funge como Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria y como Profesor de tiempo parcial del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Adicionalmente, ha realizado inspecciones fitosanitarias en E.U.A., Brasil, Italia, Francia, Uruguay y España, para la importación de productos agrícolas a nuestro país; asimismo, se ha desempeñado como Presidente del Panel de Granos de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO), también ha participado en las negociaciones de los tratados de libre comercio con Nicaragua y Panamá

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN CONJUNTO DE SISTEMAS PARA LA CERTIFICACIÓN FITOSANITARIA DE TRIGO DURO (*Triticum durum* L.) DE EXPORTACIÓN EN EL ESTADO DE SONORA.

RESUMEN

La principal zona triguera de México se localiza en el estado de Sonora, donde el trigo ocupa el primer lugar en superficie de los cultivos de invierno, con aproximadamente 300,000 ha, que producen alrededor de 1500,000 ton. con un rendimiento promedio 4.7 toneladas por hectárea. En la actualidad en esa región la limitante fitosanitaria más importante para la exportación lo constituye el carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* Mitra). Ante la necesidad de ofrecer mecanismos que otorguen seguridad cuarentenaria en el intercambio de trigo duro que se produce en el estado de Sonora, se desarrolló un conjunto de sistemas basados en un esquema propuesto por Jang y Moffitt (1994), el cual es definido como la combinación de aquellas prácticas pre y postcosechas involucradas en la producción, empaque y distribución de un producto agrícola, las cuales integradas satisfacen los estándares para otorgar la seguridad cuarentenaria requerida por los países que importan grano mexicano de trigo duro. El procedimiento de conjunto de sistemas fue implantado en el Valle del Mayo, Valle del Yaqui y Costa de Hermosillo durante el ciclo otoño/invierno 97/98; el tamaño de la unidad de muestreo en campo varió de 100 a 400 ha, dependiendo de la forma de producción específica de cada Valle; para el muestreo en vehículos y Centro de Acopio se utilizarán las metodologías establecidas por la Dirección General de Sanidad Vegetal. Bajo este esquema, en 1998 se exportaron 227, 851 toneladas de trigo duro de Sonora con destino a Italia (45,550 ton), Venezuela (57,600 ton), Libia (114,350 ton) y Argelia (10,351ton).

Palabras clave: trigo, carbón parcial, conjunto de sistemas, *Tilletia indica*.

SYSTEMS APPROACH DEVELOPMENT AND VALIDATION FOR PHYTOSANITARY CERTIFICATION OF HARD WHEAT (*Triticum durum* L.) EXPORTATIONS FROM THE STATE OF SONORA.

ABSTRACT

Mexico's major wheat area is located in the State of Sonora. Wheat is the first winter season's cultivate crop with about 300 000 ha with 1,500 000 tons production(4.7 ton avg. Yield). Because the need for methodologies that would allow Sonora State quarantine security of hard wheat production exchange, a system approach was developed following that originally proposed by Jang and Moffitt (1994), based on a wide array of pre and postharvest good practices including those involving product distribution that once integrated can fullfeel the phytosanitary requirements of Mexican's hard wheat buying countries. The systems approach was established in the Valleys of Mayo and Yaqui as well of the region Costa de Hermosillo during 97/98 Fall/Winter growth season. Field sample size unit varied from 100 to 400 ha, depending upon the specific type of production on each Valley. Both vehicles and storage center were also sampled following the official Plant Health General Directorate regulations. Under this system about 227 851 ton of hard wheat from Sonora were exported to Italy, Venezuela, Lybia an Argelia in 1998.

Key words; hard wheat, karnal bunt, systems approach, *Tilletia indica*, quarantine.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
DATOS BIOGRÁFICOS	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
1.INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Del trigo	4
2.2 Del intercambio comercial del trigo	6
2.3 De la Regulación Cuarentenaria	6
2.4 Del carbón parcial del trigo	7
2.5 Posición taxonómica del hongo	9
2.6 De los síntomas de la enfermedad	9
2.7 De los factores ambientales favorables al carbón parcial	12
2.8 Ciclo biológico de <i>Tilletia indica</i>	13
2.9 Efecto del tratamiento con bromuro de metilo en la germinación de teliosporas de <i>Tilletia indica</i> .	15

2.10 Diferenciación de <i>Tilletia indica</i> de otras especies de <i>Tilletia</i> .	16
2.11 Procedimiento para la certificación fitosanitaria de trigo de exportación de Sonora, México a Italia.	18
2.12 Del conjunto de sistemas	20
2.13 Del Programa de Certificación Fitosanitaria	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Procedimiento de conjunto de sistemas para <i>T. indica</i>	27
3.2 De las técnicas de muestreo	31
3.3 Metodología para la identificación del patógeno	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 Muestreos en el Valle del Mayo, Son.	36
4.2 Muestreo en el Valle del Yaqui, Son.	39
4.3 Muestreos en la Costa de Hermosillo, Son.	41
4.4 Resultados del muestreo para detectar carbón parcial del trigo en campo y centros de acopio en el estado de Sonora	44
4.5 Volúmenes de trigo exportado con base en el programa de certificación fitosanitaria	45
4.6 Generalidades del programa de certificación fitosanitaria en el estado de Sonora.	46
5. CONCLUSIONES	48
6. LITERATURA CITADA	49
7. APENDICE	55

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Características para el diagnostico de especies de <i>Tilletia</i>	17
Cuadro 2. Características distintivas en base a la teliospora de <i>Tilletia</i> spp.	34
Cuadro 3. Porcentajes de incidencia de <i>Tilletia indica</i> en el Valle del Mayo en el ciclo O/I 97/98	38
Cuadro 4. Relación de manzanas y lotes con carbón parcial del trigo en el Valle del Yaqui, Son., con base en muestreos de campo en el ciclo O/I 97/98.	39
Cuadro 5. Relación de manzanas y lotes con carbón parcial del trigo en el Valle del Yaqui, Son., con base en muestreos en centros de acopio en el ciclo O/I 97/98.	41
Cuadro 6. Resultados del muestreo para detectar carbón parcial del trigo en centros de acopio de la Costa de Hermosillo, Son., en el ciclo O/I 97/98.	44
Cuadro 7. Resultados del muestreo en campo para detección de áreas con carbón parcial del trigo en Sonora.	45
Cuadro 8. Resultados del muestreo en Centros de Acopio para detectar carbón parcial del trigo en Sonora.	45

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Ciclo biológico de <i>Tilletia indica</i>	14
Figura 2. Componentes de un conjunto de sistemas para alcanzar una seguridad cuarentenaria	21
Figura 3. División de módulos de riego en el Valle del Mayo, Son.	37
Figura 4. Localización de lotes con presencia del carbón parcial del Trigo en el Valle del Yaqui, Son.	40
Figura 5. Distribución de lotes de trigo muestreados e inscritos en el programa de exportación en la Costa de Hermosillo, Son.	43
Figura 6. Volúmenes de trigo de Sonora, exportados durante 1998 a diversos países.	46

1. INTRODUCCIÓN

El trigo es un producto agrícola básico para la alimentación. En el mundo se consumen alrededor de 530 millones de toneladas al año en forma directa por humanos o animales. En México se siembran aproximadamente 930,000 ha, con una producción de cuatro millones de toneladas anuales; ocupando el tercer lugar en volumen de producción de granos, después del maíz y el sorgo. El consumo *per capita* es de 50 kg. por año. El 75% de la producción se obtiene de cultivo bajo riego y el 25% restante en temporal. (Orozco, 1997)

La principal región triguera de México se localiza en el estado de Sonora donde el trigo ocupa el primer lugar en superficie de los cultivos de invierno, con aproximadamente 300,000 ha, que producen alrededor de 1, 500,000 toneladas con un rendimiento promedio de 4.7 toneladas por hectárea (SARH, 1992).

En la actualidad, la principal limitante fitosanitaria de este cultivo lo constituye el carbón parcial del trigo, causado por el hongo *Tilletia indica* Mitra, que infecta a los granos en desarrollo y los convierte parcialmente en masas carbonosas. Este patógeno fue detectado en el ciclo agrícola 1969-1970 en los valles del Yaqui y Mayo en el estado de Sonora, causando daños al grano de trigo en esa región. A la fecha, dicha enfermedad ha logrado diseminarse hacia algunos municipios de los estados de Sinaloa y Sonora, así como al municipio de Comondú, en Baja California Sur, causando pérdidas económicas considerables al no poderse exportar el producto de esas regiones (SAGAR, 1996).

Aunque el carbón parcial, causa muy pocas bajas en el rendimiento de la cosecha, sí afecta en gran medida la calidad del grano, ya que cuando se tiene una infección del 3% de los granos en la muestra, se considera no apto para el consumo humano, debido a la trimetilamina (USDA, 1996).

El control de esta enfermedad exige la vinculación y coordinación de los diferentes sectores involucrados en el proceso de producción y consumo de trigo, a fin de tomar decisiones sobre cómo, cuándo y dónde producir con base en estudios de competitividad, cuyo resultado sea el conocimiento de las características de entorno, rendimientos potenciales, tecnología disponible, costos de producción, mercados potenciales, estándares de calidad y demanda del producto; para ello, se requiere la participación de productores, gobiernos estatal y federal, prestadores de servicios y consumidores para la instrumentación de una campaña fitosanitaria (SAGAR, 1996).

Ante la necesidad de encontrar mecanismos que otorguen seguridad cuarentenaria en el intercambio de productos agrícolas, se ha propuesto un método, el "Conjunto de sistemas", el cual se define como la combinación de prácticas pre y postcosecha involucradas en la: producción, empaque y distribución de un producto, las cuales integradas satisfacen los estándares para otorgar esa seguridad cuarentenaria. Esta metodología integra factores biológicos, físicos y operacionales que pueden afectar la incidencia, viabilidad y potencial reproductiva de una plaga, evitando su diseminación o dispersión (Jang y Moffitt, 1994).

Por la importancia que representa la exportación de trigo duro del estado de Sonora, el cual tiene que ser colocado en los mercados internacionales de acuerdo a los requisitos de calidad (fitosanitaria y nutricional) que establecen los países de destino, se procedió a realizar el presente trabajo de investigación con los siguientes:

OBJETIVOS

1. Desarrollar y validar a nivel de campo un conjunto de sistemas para la certificación fitosanitaria de trigo para exportación producido en áreas restringidas con cuarentenas para el carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* M.) en el estado de Sonora en el ciclo Otoño-Invierno 97/98.
2. Proponer las adecuaciones del sistema de certificación fitosanitaria con base en el programa de exportación de trigo desarrollado durante 1998, con la finalidad de prevenir y evitar rechazos de embarques de trigo mexicano en los países de destino.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Del trigo

Originalmente, el trigo se domesticó entre los años 7500 y 6500 A.C. en la región fértil del Medio Oriente. Este cereal fue cultivado en la antigua Grecia, Persia, Egipto y en Europa en tiempos prehistóricos. Fue un cultivo importante en el suroeste de Asia donde la historia lo registra por primera vez en 1529; los españoles introdujeron el trigo al nuevo mundo y fue cultivado por primera vez en Filipinas en 1664. (Anónimo¹, 1998). Actualmente es el cultivo más ampliamente diseminado en el mundo, ya que ocupa el 20% de la superficie cultivada del globo terráqueo con 231 millones de hectáreas sembradas, principalmente en el hemisferio norte, con más de 80% en la región de América del norte, la antigua URSS y Europa y una producción calculada en 596 millones de toneladas, solamente en esta región. El trigo lo consumen alrededor de 1000 millones de personas en el planeta, preparado de diversas formas (Anónimo, 1980). Como muchas gramíneas, el trigo desarrolla una hoja del embrión de la semilla y una raíz primaria; después tiene un crecimiento secundario de una corona justo arriba de la superficie del suelo. La corona es una serie de nudos compactos de donde se originan las hojas y raíces. Los tallos se desarrollan como una elongación de los entrenudos superiores de la corona. Las hojas son elongadas, de nervaduras paralelas y consisten de una lámina y una vaina. La espiga se forma en el ápice del tallo, el cual inicialmente está cubierto de hojas no lejos del nivel del suelo. Las espigas emergen durante los últimos estados de elongación del tallo. Los nudos superiores se compactan en un raquis y dan lugar a las flores y a la semilla. Hasta seis florecillas se forman dentro de las glumas en cada nudo del raquis y componen una espiguilla (SARH, 1992).

El trigo se clasifica en 16 especies, y solamente dos son comerciales, el -trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) y el trigo duro (*Triticum durum* L.). El trigo harinero se utiliza en la preparación de tortillas, fideos, panes, papillas etc, y el trigo duro es la materia prima para la elaboración de macarrones, espaguetis, ravioles etc, por ser productos que requieren una mayor estabilidad para la cocción, ya que la harina que se obtiene a partir de trigos duros tiene la cualidad de poca adherencia y es menos elástica que la harina obtenida a partir de trigos harineros. (Anónimo, 1980).

El trigo contiene mayor cantidad de proteínas, que el arroz y el maíz, pero este contenido de proteínas se ve afectado por la variedad utilizada, así como por las condiciones ambientales, tipo de suelo y la disponibilidad de nutrimentos, del lugar donde se haya producido el trigo (Hanson *et al.*, 1982).

En nuestro país el trigo se cultiva en aproximadamente 800,000 ha de riego y de temporal, en cinco regiones bien identificadas estas son: región Noroeste, que incluye los estados de Baja California Norte y Sur, Sonora y Sinaloa; región Bajío que comprende los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro; la región Centro donde se ubican los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; la región Norte que abarca los estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León y por último la región conocida como "otras" donde se incluye a Oaxaca y Tamaulipas (Ayón, 1989).

El trigo de riego se siembra durante el invierno, principalmente en las regiones del Noroeste, Bajío y Norte, donde se obtiene un rendimiento promedio de 3.9 toneladas por hectárea, en las regiones restantes se cultiva el trigo solamente en la modalidad de temporal, es decir sólo en época de lluvia y se obtiene un rendimiento promedio de 1.6 toneladas por hectárea (Ayón, 1989).

En México se cultiva trigo en 23 entidades federativas en una superficie de 580,477 ha con un rendimiento promedio nacional de 5 ton por hectárea. En el estado de Sonora, el trigo ocupa el primer lugar en superficie de los cultivos de invierno, con 287,429 ha, que producen alrededor de 1,262,700 ton. con un rendimiento promedio 6.0 toneladas por hectárea y con un precio medio rural por ton de aproximadamente \$1,400.00 (CEA, 1999).

2.2 Del intercambio comercial del trigo

Actualmente México importa dos millones de toneladas por año, para satisfacer las necesidades de la población, los principales países que nos abastecen de este cereal son: Canadá, Estados Unidos y Argentina (INEGI, 1997).

Aunque somos importadores de trigo en grano para consumo, somos productores y exportadores de semilla para siembra de este cereal, ya que exportamos alrededor de 102 000 toneladas a los siguientes países: Estados Unidos, Francia, Túnez, Venezuela y Costa Rica (INEGI, 1997).

Es en el rubro de las exportaciones, donde se tiene el mayor impacto por la presencia del carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* M.) en nuestro país, ya que las barreras sanitarias impuestas a los países que tienen presencia de esta enfermedad, por los países compradores son muy estrictas, ya sea que el trigo lo utilicen para consumo o para siembra (SAGAR 1996).

2.3 De la Regulación Cuarentenaria

El carbón parcial (*Tilletia indica* Mitra) es una enfermedad que afecta al cultivo del trigo, causando mayor daño a los trigos de tipo harinero (*Triticum aestivum*) y en menor grado a trigos cristalinos o duros (*Triticum durum*); también afecta levemente al cultivo del triticale (*Triticale hexaploide*) (SAGAR, 1996).

Ante la presencia de esta enfermedad en nuestro país la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, publicó en el año de 1987 la cuarentena interior número 16 contra el carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* M.), y en 1995, se convierte en la Norma Oficial Mexicana NOM 001-FITO 1995, por la que se establece la Campaña Nacional contra el carbón Parcial del Trigo, donde se señalan los requisitos necesarios que se deben cubrir para poder movilizar cualquier producto, subproducto y/o derivados del trigo de una región a otra y prevenir en la medida de lo posible, la diseminación de este patógeno de la región en la cual se encuentra actualmente hacia otras en las que aún no está presente (SARH ,1987; SAGAR 1996).

2.4 Del Carbón Parcial del trigo

El carbón parcial del trigo fue descubierto por primera vez por Mitra, en 1931 en la provincia de Haryana, al oeste de la India, en donde permaneció restringido como una enfermedad de poca relevancia, por un período de 30 años; sin embargo, para el ciclo 1968-1969, el cambio a variedades de floración uniforme y las altas dosis de nitrógeno, favorecieron una rápida diseminación del hongo hacia zonas trigueras de la India, como Punjab, Delhi, Uthar Pradesh, Rajasthan, etc. (Munjal 1975, citado por Chávez, 1994).

En nuestro país, el carbón parcial del trigo fue descubierto en 1971 por investigadores del Colegio de Posgraduados, de la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, México, en muestras de semilla de trigo procedentes de los valles del Yaqui y Mayo en el estado de Sonora, donde, al igual que en la India, permaneció en baja prevalencia hasta el año de 1980, ya que en los ciclos de otoño/invierno 1981/1982 y 1982/1983, se registró un incremento de entre el 6 y el 64% de incidencia. Debido a este notable incremento de la enfermedad, el gobierno de nuestro país impuso medidas cuarentenarias con el fin de prevenir y controlar la enfermedad (Alvarez, 1987).

Actualmente el agente causal del carbón parcial del trigo se encuentra diseminado por los siguientes países: Nepal, Paquistán, Afganistán, Siria, Irak, Turquía, Líbano, India y México (Paulitz, 1995).

En la actualidad el carbón parcial del trigo se encuentra presente en nuestro país en los siguientes estados: Sonora, excepto en el municipio de San Luis Río Colorado, Sinaloa, en la parte norte del estado y Baja California Sur, en el municipio de Comondú, de ahí la importancia que reviste el tener una norma que regule el libre tránsito de trigo y sus derivados de esta región, hacia las demás regiones que todavía se encuentran libres (SAGAR, 1996).

Otra medida, para evitar que esta enfermedad se siga diseminando, fue la restricción de siembra de trigo en la región donde se tiene la presencia de la enfermedad, bajo las siguientes condiciones; cada uno de los lotes de 2km por 2km, llamados bloques, con menos del 1 % de infección (detectado mediante muestreo en el ciclo anterior), el agricultor podrá sembrar lo que a él le convenga, incluyendo trigo harinero, pero en los bloques donde la infección detectada en el ciclo anterior fue igual o mayor a 1.2%, el agricultor no podrá sembrar trigo harinero, y sólo podrá sembrar trigo que sea del tipo duro y/o triticales, que muestran alguna resistencia hacia éste patógeno. En otras palabras, si en el bloque se detectó infección del 1%, no existe ninguna restricción, pero si la infección fue del 1.2%, la restricción es no sembrar trigo harinero por su susceptibilidad (Lira,1984).

2.5 Posición taxonómica del hongo

El carbón parcial del trigo fue clasificado originalmente como *Tilletia indica* por Mitra en 1931, posteriormente Mundkur en 1940 lo reclasificó como *Neovossia indica* por observar características distintivas como promicelio no ramificado, algunas teliosporas con presencia de un apéndice o apículo, que es una característica distintiva del género *Neovossia*, por el contrario, la ausencia de dicho apéndice es también típico del género *Tilletia*; actualmente ambos géneros son considerados como sinónimos, (Romero 1994), pero es más usual el nombre de *T. indica* debido a que no todas las teliosporas presentan el apéndice, que lo diferenciaría de *Neovossia*.

Khanna y Payak en 1968, observaron que el mencionado apéndice desaparecía a medida que la teliospora maduraba, por lo que sugirieron que el hongo causante del carbón parcial del trigo, bien se podía considerar como una especie en transición entre los géneros *Tilletia* y *Neovossia* (Duran, 1972).

2.6 De los síntomas de la enfermedad

El carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* Mitra) es una enfermedad de la semilla y los síntomas sólo son visibles cuando el grano se encuentra desarrollado completamente, pues el patógeno convierte el ovario del grano infectado en un soro o masa de teliosporas, de color castaño oscuro. El pequeño soro se forma en la porción del embrión, en forma longitudinal y deja el resto de la semilla intacta, sin embargo, cuando las infecciones son muy severas, el endospermo puede ser invadido y afectado en variedades susceptible bajo condiciones ambientales favorables, el grano completo puede transformarse en un soro. El grano infectado emite un olor a pescado descompuesto, debido a la trimetilamina, que también es desagradable al paladar (Nagarajan *et al.*, 1997).

Durante la cosecha las teliosporas son liberadas y se dispersan de los granos infectados, cuando la afección es parcial, el tejido embrionario no es afectado y puede originar una planta débil que tiene pocas posibilidades de subsistir (Nagarajan *et al.*, 1997).

En un campo de cultivo no todas las espigas son infectadas, ni todos los granos de una espiga; más se infectarán al azar, tanto las espigas en el campo como los granos en una espiga; cuando el cultivo está en pie, antes de la cosecha, se pueden descubrir las espigas que están afectadas porque presentan una coloración plateada, las glumas están extendidas y despiden el olor desagradable característico (Nagarajan *et al.*, 1997).

Aunque el carbón parcial, causa muy pocas bajas en el rendimiento de la cosecha, sí afecta en gran medida la calidad del grano, ya que cuando se tiene una infección del 3% de los granos muestreados, se considera no apto para el consumo humano, debido a la trimetilamina (USDA, 1996).

La infección se inicia cerca del embrión y continua a lo largo de la hendidura del grano, la enfermedad está restringida al endospermo de la semilla, al cual transforma en una masa de teliosporas de color negro, (USDA, 1996).

Cashion y Lutrell (1988) estudiaron por qué el patógeno no invadía al embrión y demostraron que efectivamente el hongo no invade al embrión porque el micelio solamente prolifera en el pericarpio, desintegrando las capas medias de las células parenquimatosas y evitando la función de la otras capas del pericarpio con la cubierta de la semilla (Nagarajan *et al.*, 1997).

Roberson y Lutrell (1987) demostraron que el crecimiento micelial provoca una ruptura del tejido que rodea al vaso vascular, evitando que los nutrientes lleguen al embrión, y el resultado es una semilla pobremente desarrollada, con pocas posibilidades de originar una planta vigorosa y sana (Nagarajan *et al.*, 1997).

Fuentes y Duran en 1986 observaron que las teliosporas pueden ser de forma globosa o subglobosa, de 22-49 nm de tamaño, reticuladas con proyecciones y cubierta por una capa gruesa. Estudios morfológicos han demostrado que existen tres capas distintas, ellas son: perisporium, episporium y endosporium. La teliospora madura es diploide ($2n$), para la germinación el núcleo se divide meioticamente y posteriormente mitoticamente para producir esporidias primarias, haploides (n), (Nagarajan *et al.*, 1997).

La teliospora es la estructura con la que el patógeno sobrevive durante el verano caliente y seco de los meses de mayo y junio, cuando el termómetro llega a marcar hasta 45°C . La teliospora cuando fresca no puede germinar, ya que requiere pasar por un período de dormancia, que puede durar de seis meses hasta dos años. Dicha dormancia se puede interrumpir por exposiciones a altas temperaturas (40 a 43°C), por un lapso de 18 días o más. Las teliosporas pueden permanecer viables hasta por dos años cuando están en el suelo (Schall, 1994).

Generalmente la severidad de la enfermedad se incrementa cuando la temperatura es baja y la humedad relativa alta y con presencia de lluvias, que son las condiciones ideales para que la teliospora pueda germinar una vez que ha completado el período de dormancia, la infección de las espigas por las esporidias secundarias se da en el momento de la floración de las plantas en el período denominado antesis (Schall, 1994).

Las esporidias primarias o macrosporidias se dispersan del suelo por salpique de lluvia y producen grandes cantidades de esporidias secundarias o microsporidias, que se liberan violentamente, flotan en el aire y se depositan sobre las hojas por la lluvia o llovizna, siendo esta la única forma en que el hongo puede iniciar el proceso de infección en la planta (Kumar y Nagarajan, 1998).

Kumar y Nagarajan (1998) señalan que las esporidias secundarias o basidiosporas depositadas en la hoja bandera se propagan y se conjugan, (presentan heterotalismo) y son las responsables del inicio de la infección sobre las espigas en emergencia.

2.7 De los factores ambientales favorables al carbón parcial

Los factores ambientales que favorecen la incidencia del carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* Mitra) son:

Temperatura. Zhang y colaboradores (1984) determinaron que el rango de temperatura para el buen desarrollo del hongo es de 15 a 22°C, siendo la óptima de 17°C.

Humedad relativa. Los mismos investigadores encontraron que rangos por arriba del 70%, favorecen la esporulación del hongo.

Lluvia. Este es otro de los factores ambientales que también son fundamentales para que este hongo complete su ciclo, según Smilanick *et al.* (1985) determinaron que 1 a 3 semanas que registren alguna precipitación, en periodo de floración del trigo, es decir que se dé en el período de antesis, por leve que esta sea, favorecerá de manera determinante el inicio de la infección.

El mismo Smilanick *et al.* (1987) expusieron la siguiente hipótesis: cuando el hospedante susceptible no está presente, la teliospora en la superficie del suelo puede reducir su germinación, debido a la humedad y condiciones de luz, pero si el hospedante susceptible está presente y las condiciones ambientales son adecuadas, el número de teliosporas que germina tiende a incrementarse (Schall, 1988).

Desafortunadamente, el rango de temperaturas, humedad relativa y días con lluvia, no son muy estrictos para este hongo, ya que se ha registrado germinación de teliosporas, a temperaturas de 5°C, humedad relativa de 35%, y cero días con lluvia, aunque, los años en que en nuestro país, se ha incrementado la incidencia de la enfermedad en la región del noroeste han sido periodos en que se han presentado los rangos óptimos de condiciones ambientales, como temperaturas entre 9 y 25°C y presencia de días con lluvia, en los meses de febrero y marzo, lo cual viene a favorecer la presencia y desarrollo del patógeno en la etapa susceptible del cultivo (Brennan *et al.*, 1990).

2.8 Ciclo biológico de *Tilletia indica*

Una representación diagramática simple del ciclo biológico del carbón parcial (figura 1) nos muestra lo siguiente:

Puesto que los granos infectados están ocultos por las glumas, las teliosporas se producen bajo el pericarpio, el cual por lo general no se rompe hasta después de la cosecha, sin embargo la diseminación de la teliospora puede ocurrir durante la trilla, cuando los granos infectados caen al suelo, en residuos de cosecha adheridos a la maquinaria, o adheridos a la superficie de granos sanos como contaminante externo, el viento también juega un papel importante, ya que las puede arrastrar a los campos adyacentes (Nagarajan *et al.*, 1997).

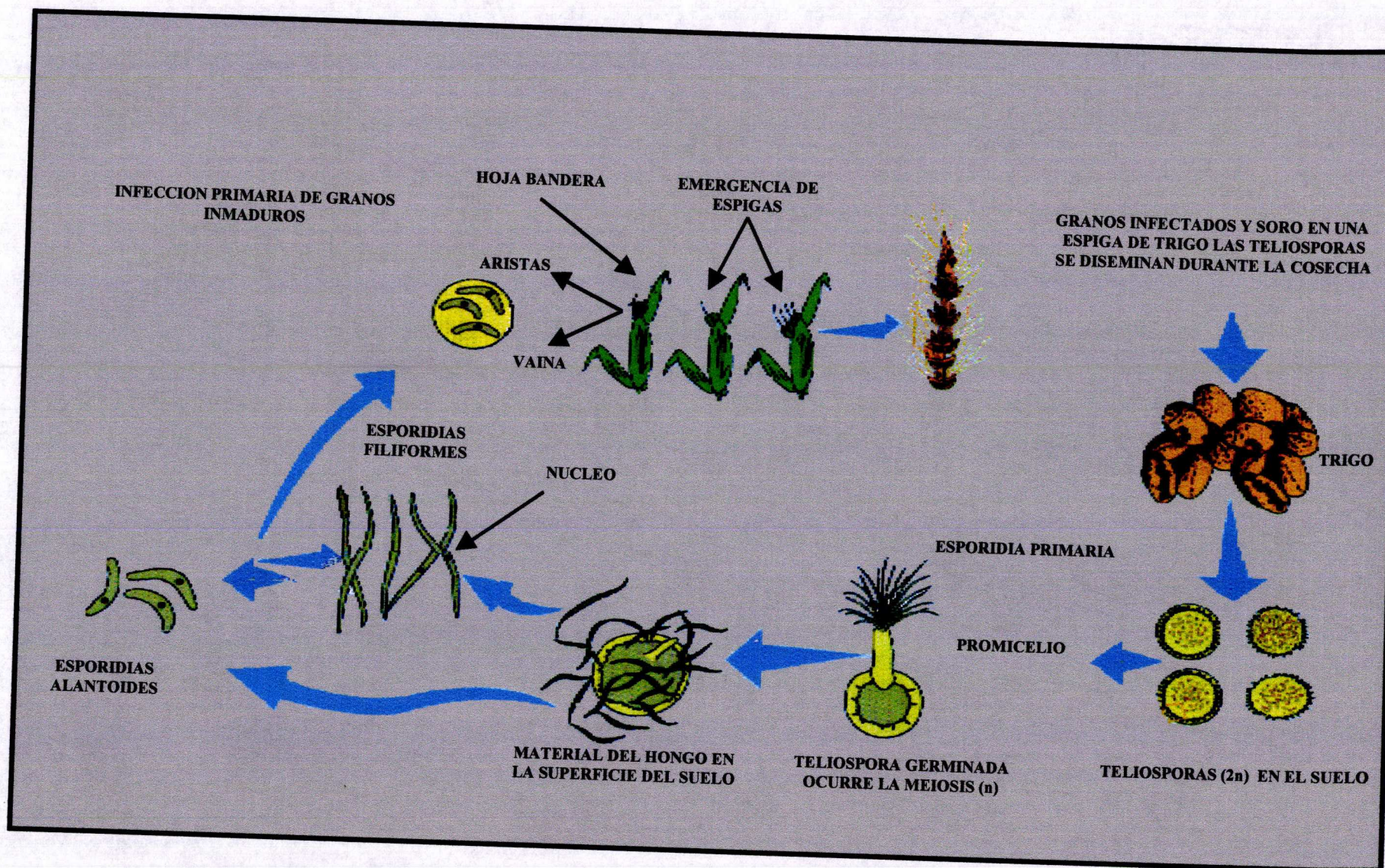


Figura 1. CICLO BIOLOGICO DEL CARBON PARCIAL (*Tilletia indica* M.) DE ACUERDO CON Saari *et al.* (1996)

Las teliosporas que se encuentran en la superficie del suelo o en los granos infectados, son las que dan inicio al ciclo biológico, estas teliosporas germinan y desarrollan un promicelio, el cual a su vez dará origen a las macrosporidias o esporidias primarias, estas producen a las microsporidias o esporidias secundarias.

La esporidia primaria, invade las hojas basales de la planta de trigo por acción del salpique de la lluvia, y la esporidia secundaria es lanzada violentamente al aire por la esporidia primaria y se deposita sobre las hojas superiores de la planta por la acción del viento, de la lluvia o de la llovizna que se forma durante el punto de rocío. La infección al grano, inicia cuando la esporidia secundaria se deposita sobre la hoja bandera y sobre las glumas de la flor, produce una estructura en forma de tubo que invade el endospermo del grano en formación, (USDA, 1996).

2.9 Efecto del tratamiento con bromuro de metilo en la germinación de teliosporas de *Tilletia indica*

En la información técnica recopilada a este respecto se ven dos casos de aplicación del tratamiento, el primero cuando las teliosporas están en el suelo y el segundo cuando están sobre las semillas, así se tiene lo siguiente:

- La aplicación de bromuro de metilo a teliosporas presentes en el suelo es efectiva, reduciendo la germinación en un 98%, esto en suelo húmedo a profundidades de 5 o 10 cm y en la superficie. En suelo seco el tratamiento fue menos efectivo (Smilanick *et al.*, 1986; Fuentes-Davila y Lawn, 1992).
- En semilla el tratamiento con bromuro de metilo no afecta la germinación de las teliosporas, aún a las dosis alta (30 gr/hr), en cambio la germinación de la semilla se ve afectada aún a la dosis más baja (0.75 gr/hr) (Smilanick *et al.*, 1988)

2.10 Diferenciación de *Tilletia indica* de otras especies de *Tilletia*

El Carbón parcial (*Tilletia indica*), carbón del arroz (*Tilletia horrida*) y carbón del pasto (*Tilletia walkeri*) son morfológicamente similares. Cuando se han encontrado semillas infectadas, generalmente estos hongos se pueden distinguir en base a sus hospedantes. Sin embargo, si en el lavado de semillas se detectan niveles bajos de esporas, esto aumenta la probabilidad de una identificación errónea. En el caso del lavado de semillas, no siempre se puede suponer que el hospedante principal y el origen de las esporas son similares. Para estandarizar una metodología para diferenciar estas especies, la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO), publicó una norma para distinguir estos tres hongos (White, 1999).

De acuerdo a White (1999) se establecieron algunas “guías básicas para el diagnóstico” para ayudar en el proceso de identificación y para distinguir estos hongos. Éstas se describen en el Cuadro 3 y a continuación:

- Las teliosporas típicas que midan más de 36 micras, tienen mayor probabilidad de ser *T. indica*.
- Una teliospora madura (pigmentada) típica que mida menos de 22 micras probablemente no sea ni *T. indica* ni *T. walkeri*, pero podría ser *T. horrida* u otro patógeno similar de pastos
- Las teliosporas típicas relacionadas con el trigo de un área que se sabe que está infectada con *T. indica*, se podría suponer que es *T. indica* a menos que existan evidencias claras que eliminen dicha posibilidad.

- Las teliosporas típicas provenientes de áreas en donde se produce pasto comercial o se sabe que hay mezclas con la producción de trigo y que generalmente tienen un tamaño de 28.8348 micras, las cuales son color café transparente y de forma muy esférica, con espinas achatadas (vistas en enfoque intermedio) y que parecen formar cadenas achatadas en la exospora y que además tienen espacios visibles entre las acanaladuras espinosas, se pueden considerar como *T. walkeri*, aún cuando el producto principal es el trigo. La presencia de semillas de pasto como contaminantes en una muestra aumentarán la posibilidad de la presencia de la *T. walkeri*.
- Las teliosporas que midan menos de 36 micras con espinas claramente curvadas tienen una probabilidad muy alta de ser *Tilletia horrida*
- Las teliosporas que son de color negro opaco y que no transmiten luz, probablemente son *T. indica* o *T. horrida*. La *T. walkeri* nunca es de color negro opaco. Las teliosporas de las tres especies pueden ser transparentes y parecen ser de color café.

Cuadro 1. Características para el diagnóstico de especies de *Tilletia* (White, 1999).

Caract. para el Diagnóstico	<i>T. indica</i>	<i>T. horrida</i>	<i>T. walkeri</i>
Tamaño (micras)	22 –61	17-36	26-44
Color	Café a negro opaco	café a negro opaco	Café claro a oscuro, nunca de color negro opaco
Morfología	Globosa a subglobosa	Globosa a subglobosa	esférica
Espinas	Densas, 1.5 a 7.0 u de longitud; forman una ornamentación verrugosa en la superficie	pueden aparecer curvadas; por lo general las puntas son de forma circular, achatadas y largas	a menudo achatadas a enfoque intermedio; forman acanaladuras en la superficie de la espora, algunas veces similares a las de la <i>T. indica</i>
Hospedero Principal	Trigo	Arroz	Pasto

2.11 Procedimiento para la certificación fitosanitaria de trigo de exportación de Sonora, México a Italia

La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y el Ministerio para las Políticas de Italia, suscribieron el 31 de marzo del 2000, un Acuerdo para la exportación de trigo del estado de Sonora a la República Italiana (Anónimo, 2000). Dicho acuerdo establece los siguientes procedimientos:

- **Siembra de semilla certificada.** El grano debe provenir de parcelas sembradas con semilla certificada fitosanitariamente de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-FITO-1995, lo cual incluye una prueba de laboratorio para verificar que la semilla de trigo está libre de *Tilletia indica* Mitra.
- **Muestreo/inspección en campo.** El trigo para exportación debe venir de parcelas, previamente muestreadas en espiga, libres de granos dañados por *T. indica*. La muestra es tomada como se establece en la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-FITO-1995) a razón de 600 espigas de trigo en una superficie no mayor a 400 hectáreas (unidad de muestreo). El producto debe obtener un certificado de parcela libre de carbón parcial del trigo (certificado de campo).
- **Muestreo/inspección de cosecha.** Los almacenes designados con calidad de exportación (almacenes en origen), solo reciben cargamentos de trigo con certificados de campo. Además, cada cargamento de trigo que es admitido en estos almacenes, es muestreado y revisado para asegurarse que esté libre de granos dañados por *T. indica*.

- **Muestreo/inspección para almacenamiento de grano.** Se tomarán muestras de trigo en los almacenes de origen para su análisis en un laboratorio aprobado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, con la finalidad de verificar la ausencia de esporas del *T. indica*. La muestra para el laboratorio es tomada por cada 1,000 toneladas métricas depositadas en los almacenes de origen. Si el diagnóstico del laboratorio resulta negativo a esporas, se autorizará el envío del trigo a los silos del puerto de embarque y se procederá a confirmar con el siguiente punto.
- **Toma de muestra en origen.** Los inspectores fitosanitarios italianos, a solicitud de los interesados y previa autorización de sus respectivas administraciones, se trasladarán a México para tomar muestras de trigo en los silos del puerto de embarque. Las muestras serán tomadas y selladas por los inspectores italianos para ser enviadas a Italia y realizar los análisis de laboratorio en el menor tiempo posible, para verificar la ausencia de esporas de *T. indica*. En caso de que las muestras resulten positivas a *T. indica*, el embarque no será enviado al mercado italiano. Si las muestras resultan negativas a este problema, el embarque será enviado a Italia y permitirá su ingreso. El certificado fitosanitario internacional deberá especificar que se cumple con lo estipulado en el presente Acuerdo y que el trigo proviene de los silos de los cuales se tomaron las muestras. Los gastos relacionados con la misión del inspector italiano y el envío de las muestras serán cubiertos en su totalidad por los interesados.

2.12 Conjunto de sistemas fitosanitarios

Los procedimientos cuarentenarios son necesarios para asegurar que una plaga exótica no ingrese a una región geográfica donde no se conoce que exista. La necesidad de establecer seguridad cuarentenaria en el intercambio de productos agrícolas es un requerimiento universal. La mayoría de estas medidas cuarentenarias se basan en la aplicación de tratamientos directos (calor, frío y fumigantes) que suponen un alto y frecuentemente desconocido nivel de infestación de plagas en la mercancía (Jang y Moffitt, 1994).

Se pretende que los tratamientos cuarentenarios proporcionen seguridad cuarentenaria, si están establecidos en un nivel de mortalidad basados en estudios de eficacia en laboratorio y campo. Se requiere que los tratamientos para frutas infestadas con tefrítidos, usualmente demuestren una mortalidad de al menos 99.9968% (probabilidad 9) o no más de 32 insectos vivos por millón de insectos tratados; el conjunto de sistemas puede ofrecer esta seguridad cuarentenaria, dado que integra factores operacionales y biológicos, lo cual lo hace un sistema viable (Jang y Moffitt 1994).

De acuerdo a Jang y Moffitt (1994), el conjunto de sistemas puede ser definido como la integración de aquellas practicas pre y postcosecha utilizadas en la producción, cosecha, empaque y distribución de una mercancía la cual acumula los requerimientos para otorgar seguridad cuarentenaria. El conjunto de sistemas integra factores biológicos, físicos y operacionales que pueden afectar la incidencia, viabilidad y potencial reproductivo de una plaga dentro de un sistema de practicas y procedimientos que juntos otorgan una seguridad cuarentenaria(Figura 2).



Figura 2. Componentes de un conjunto de sistemas para alcanzar una seguridad cuarentenaria. El movimiento al nivel subsecuente es dependiente de los umbrales de incidencia de la plaga (UIP) o medidas de control que puedan ser iniciadas.

Jeffers citado por Khan (1989), señala "que no podemos estar satisfechos con la publicación de trabajos científicos como un producto final de la investigación ecológica, y los gobernantes, políticos y contribuyentes (el nuevo patrón de la ciencia) demandan los resultados en una forma en que ellos puedan hacer un uso directo de ellos: los modelos relacionados a la toma de decisión pueden usarse para examinar el resultado de estas propuestas. El análisis de sistemas puede ser la expectativa para alcanzar una síntesis entre la colección de datos y el modelo". Propone cinco estados para desarrollar el modelo con el conjunto de sistemas: (1) escena de objetivos y síntesis preliminares (2) experimentación (3) manejo (4) evaluación y (5) síntesis final. Además, sugiere que el establecimiento de un banco de modelos más que un banco de datos es la clave para la integración exitosa de disciplinas y componentes de el total de modelos de un sistema. Un conjunto de sistemas para desarrollar un modelo tiene un potencial para una mejor definición del problema y una mejor justificación económica. Este nos ayuda a nosotros a definir aquello que no puede ser cuantificado matemáticamente y por lo tanto nos obliga a enfocar nuestra atención en áreas más críticas y áreas productivas.

De acuerdo al USDA (1997), un conjunto de sistemas es un grupo de salvaguardas y medidas de mitigación, las cuales individualmente y en conjunto proporcionan una reducción en el riesgo de plagas de vegetales. Este enfoque para manejar el riesgo de plagas provee una alternativa al tratamiento cuarentenario postcosecha para obtener una seguridad cuarentenaria . Las salvaguardas y las medidas de mitigación pueden aplicarse en el área de cultivo, en el empaque o durante el envío y distribución de la mercancía. Los tratamientos postcosecha pueden ser componentes de un conjunto de sistemas.

Los componentes de un conjunto de sistemas pueden variar ampliamente, pero comúnmente incluyen estudios de la plaga, trampeo y muestreo, tratamientos de campo, prácticas culturales, hospedantes resistentes, salvaguardas postcosecha, periodos de cosecha, límites de venta y distribución, y restricciones sobre madurez y cosecha.

No se considera un conjunto de sistemas la combinación de tratamientos, donde dos tratamientos postcosecha son usados para alcanzar la mortalidad requerida de la plaga y las situaciones donde se requieren tratamientos postcosecha para eliminar el riesgo de reinfestaciones.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1997) ha usado por muchos años el conjunto de sistemas para autorizar el movimiento seguro de productos agrícolas, esto incluye la importación y exportación de productos agrícolas. A continuación se enumeran algunos ejemplos en los cuales se ha utilizado el conjunto de sistemas :

- Exportación de naranja Unshu de Japón a los E.U.A. Generalmente el USDA prohíbe la entrada de cítricos frescos de localidades donde ocurre el cáncer de los cítricos (*Xanthomonas axonopodis* pv *citri*). Alrededor de los últimos veinte años se ha permitido el ingreso a los Estados Unidos de Naranja Unshu de Japón con un conjunto de sistemas, el cual incluye zonas amortiguadoras circundantes, supervisiones de campo, tratamientos al área, variedades resistentes, inspección y distribución limitada.

- Cítricos de Florida. La mosca del caribe (*Bactrocera dorsalis*), es una plaga introducida a Florida, la cual no se considera una plaga de importancia económica de los cítricos, pero puede atacarlos en algún momento; por lo cual las naranjas, toronjas y otros cítricos son certificados para moverse a otros Estados cítricos de los Estados Unidos y a Japón, mediante el conjunto de sistemas. En este caso los componentes del programa incluyen el estatus de los hospedantes no preferidos, hospedantes preferenciales, establecimiento de áreas cultivadas con zonas “buffer”, trampeo, tratamientos de campo, periodos restringidos de cosecha y corte.
- Exportación de chile Bell peppers de Israel a los E.UA. El ingreso de chile Bell pepper a los E.U.A. esta prohibida para prevenir la introducción de la mosca del mediterraneo (*Ceratitis capitata*). Esta plaga ocurre en Israel pero se autoriza el ingreso de Bell Peppers bajo un conjunto de sistemas, el cual incluye cultivar el hospedante en un invernadero a prueba de moscas, localización de los invernaderos en áreas donde la plaga esta ausente o es rara, trampeo en las inmediaciones y empaque a prueba de moscas.
- Movilización de cítricos de Texas. La mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha ludens*) es una plaga de importancia económica presente en el sur de Texas. Un conjunto de sistemas es usado a cambio de un tratamiento postcosecha para la certificación de naranja y toronja del bajo Valle de Río Grande. Esto permite el movimiento interestatal y exportación a ciertos países sin restricciones. Los componentes de este programa incluye la certificación por áreas en tres condados de Texas, liberación de mosca estéril, trampeo y tratamiento de malatión con atrayentes.

En nuestro país uno de los ejemplos de la aplicación del conjunto de sistemas lo es el plan de trabajo para la exportación de aguacate Hass de México a los Estados Unidos, consistente en la inscripción de huertos y empacadoras, programas fitosanitarios para barrenadores del hueso (*Helipus lauri*, *Conotrachelus aguacate*, *C. persea* y *Stenomoma catenifer*) y barrenador de ramas del aguacatero *Copturus aguacate*, exportación limitada a 19 estados de los Estados Unidos, trampeo para moscas de la fruta de las siguientes especies *Anastrepha ludens*, *A. serpentina*, *A. striata*. Además, únicamente se permite la exportación de 1 de diciembre al 28 de febrero de cada año y se establece un programa de verificación en origen (Anónimo₂, 1998).

2.13 Del Programa de Certificación fitosanitaria

La Dirección General de Sanidad Vegetal cuenta con lineamientos para la expedición de certificados fitosanitarios en las 33 Delegaciones Estatales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Anónimo, 1996), que establecen los siguientes requisitos para el personal técnico y profesionales fitosanitarios aprobados que expiden este tipo de certificados:

- a) Ser ingeniero agrónomo parasitólogo; ingeniero agrónomo de otra especialidad o biólogo, con experiencia demostrable de por lo menos tres años en actividades fitosanitarias o profesionales con postgrado en protección vegetal.
- b) Presentar constancia de participación en el último año, en algún evento de actualización técnica relacionado con el área donde desea ser aprobado.

- c) Llenar formato de "Solicitud de Evaluación", y entregarlo a la SAGAR, con la siguiente documentación: título profesional, cédula profesional, *curriculum vitae*, constancia de actualización técnica, carta de recomendación y dos fotografías tamaño infantil. En caso de no ser titulado, anexar carta compromiso de titulación.
- d) Ser evaluado y obtener dictamen aprobatorio del comité de evaluación
- e) Presentar a la Secretaría, Carta Aval expedida por el colegio de profesionistas correspondiente, una vez obtenido el dictamen aprobatorio del comité de evaluación.
- f) En la actualidad las Unidades de Verificación deben solicitar su acreditación ante la
Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

En la materia de carbón parcial del trigo se tienen 73 unidades de verificación aprobadas por la Dirección General de Sanidad Vegetal, de las cuales 43 prestan sus servicios en el estado de Sonora (Anónimo₂, 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación, se llevó a cabo en colaboración con la Dirección General de Sanidad Vegetal y en la parte operativa con la Junta Local de Sanidad Vegetal de Hermosillo, Junta Local de Sanidad Vegetal de Navojoa y Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui, quienes agrupan a los productores de trigo de las tres regiones del estado de Sonora, en donde se desarrolló este trabajo.

3.1 Procedimientos de conjunto de sistemas fitosanitario para *T. indica*

Para la evaluación del conjunto de sistemas se tomaron en cuenta los procedimientos para la certificación fitosanitaria de trigo duro de exportación del Estado de Sonora, emitidos por la Dirección General de Sanidad Vegetal, los cuales fueron elaborados con base en el concepto de conjunto de sistemas de Jang y Moffitt (1994), con los siguientes lineamientos generales:

1. Los exportadores deben contar con profesionales aprobados en carbón parcial del trigo.
2. Los aprobados serán los responsables de realizar los muestreos en centros de acopio y campo.

3. Definir las zonas de muestreo en las áreas agrícolas donde se encuentre sembrado el trigo, en los Valles del Yaqui , Mayo y Costa de Hermosillo, considerando sus características para la determinación del tamaño de la muestra.
4. El muestreo se realizará en espiga conforme lo establece la NOM-001-FITO-1995, debiéndose tomar 600 espigas en una superficie que se establecerá de acuerdo a las características de la zona a muestrear, esta unidad de muestreo no excederá de 400 hectáreas en ningún caso.

Para el caso del Valle del Yaqui, se tomó como unidad de muestreo un bloque de 400 ha, dado que es la forma como se tiene organizada la producción en ese Valle. En el Valle del Mayo, se determinó una unidad de muestreo de 100 ha de acuerdo a la superficie de cada uno de los 16 módulos de riego y una área pequeña fuera del distrito. Referente a la Costa de Hermosillo, se consideró una unidad de muestreo de 100 ha o menos, las cuales se ubicaron de acuerdo a la distribución de pozos profundos y a los predios sembrados con trigo cristalino.

5. La muestra será analizada por profesionales fitosanitarios aprobados, la superficie a la cual se le detecte presencia de carbón parcial del trigo, no será elegible para enviar grano de exportación.
6. Conforme a los resultados que envía el laboratorio de diagnóstico fitosanitario aprobado, se definirán las áreas agrícolas que podrán cosecharse con fines de exportación.
7. Una vez definidas las áreas elegibles para exportación, se comunicará a los productores y exportadores interesados.
8. El productor deberá notificar al aprobado cuando vaya a realizar la cosecha por lo menos tres días antes de su inicio.

9. El aprobado será responsable del control de la cosecha en campo, para que ésta se realice únicamente en los predios aprobados para exportación ya definidos y se movilizará con una remisión de embarque al centro receptor en el cual se recibirá el volumen de trigo para exportación.
10. En cada centro receptor, el aprobado muestreará cada uno de los camiones que arriben de las áreas aprobadas para exportación e identificará el vehículo con la remisión de embarque o certificado de origen (apéndice 3), se realizará el análisis correspondiente y de acuerdo al resultado se debe depositar el grano o no en bodegas "controladas" con fines de exportación.
11. El técnico aprobado y el responsable de la bodega por parte de la empresa identificará en un plano o croquis dónde está colocado el trigo de exportación y mercado nacional.
12. El muestreo se realizará con el método de selección de cinco puntos de muestreo a cada transporte que arribe al centro de recepción, con la finalidad de determinar la presencia o ausencia, de grano con síntomas de carbón parcial del trigo.
13. Los técnicos aprobados asignados al centro de acopio, informarán diariamente a la Junta Local de Sanidad Vegetal correspondiente, los resultados generados de las actividades de muestreo realizadas.

14. De cada 1000 toneladas que ingresen al centro de acopio, se tomará una muestra de cinco kilogramos la cual se homogeneizará y se tomará una muestra representativa de 250 gramos, la cual será remitida a un laboratorio aprobado para su dictamen fitosanitario (apéndice 2). La muestra debe estar etiquetada con los siguientes datos: bodega, número de pila o silo, número de muestra, técnico que tomó la muestra y empresa almacenadora. Para la obtención de los cinco kilogramos referidos anteriormente, pueden tomarse como submuestras, las muestras obtenidas de cada camión al ingreso del centro de acopio.
15. La empresa exportadora o el profesional fitosanitario aprobado, deberán notificar con 48 horas de anticipación a la Junta Local de Sanidad Vegetal correspondiente, los envíos que pretenden realizar al puerto de Guaymas.
16. Cada vehículo enviado al Puerto de Guaymas, se deberá acompañar con una remisión de embarque, que garantizará su procedencia, dicho documento será emitido por la Junta Local de Sanidad Vegetal correspondiente, a través del técnico aprobado y contendrá el volumen de grano movilizado, número de placas, número de dictamen fitosanitario de laboratorio de prueba, nombre, número de cédula y firma del técnico aprobado.
17. Las empresas almacenadoras de trigo de exportación, que por alguna causa tengan que comercializar para el mercado nacional grano certificado para exportación, deberá notificar con 24 horas de anticipación a la Junta Local de Sanidad Vegetal correspondiente.
18. En el Puerto de Guaymas deberá estar presente un técnico que reciba el transporte y la constancia de origen, en caso de ausencia de esta documentación se rechazará el cargamento y avisará a su superior en jerarquía.

19. El oficial de SAGAR en el Puerto de Guaymas deberá coordinar la recepción del grano de trigo, debiéndose tomar una muestra por el técnico aprobado, para expedir el dictamen correspondiente, el cual servirá de base para la expedición del Certificado Fitosanitario Internacional. (apéndice 1).

3.2 De las técnicas de muestreo

Para las actividades de muestreo, se contó con el apoyo de unidades de verificación aprobadas, los muestreos se efectuaron en el ciclo de producción 1998. Las muestras fueron tomadas con base en el manual de procedimientos para el muestreo y tratamiento de granos de la extinta Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Anónimo,1991) .

Para el muestreo en Campo, se siguió el procedimiento estipulado en la NOM-001-FITO-1995, por la que se establece la campaña contra el carbón parcial del trigo, por lo que la toma de muestras en campo se realizó cuando el trigo estaba en la etapa de madurez fisiológica o próximo a la cosecha; se colectarán por lote 600 espigas distribuidas en cinco bloques al azar (120 espigas por bloque); se seleccionará una espiga cada cinco pasos en "zigzag", para desgranar manualmente dentro de un costal. Del grano obtenido se tomó una muestra compuesta de 1.5 kg..

El muestreo de granos en reposo, se realizó empleando sondas de alvéolos, sondas de profundidad o muestreadores neumáticos, llevando a cabo el sistema de muestreo denominado "cinco de oros", que consiste en extraer, con ayuda de los instrumentos mencionados, porciones de grano en las cuatro esquinas de un cuadrilátero imaginario y en el punto central del mismo.

Las muestras se enviaron a un laboratorio de prueba por conducto de personal oficial o aprobado por la Secretaría, para su diagnóstico y dictamen fitosanitario.

3.3 Metodología para la identificación y diagnóstico del patógeno

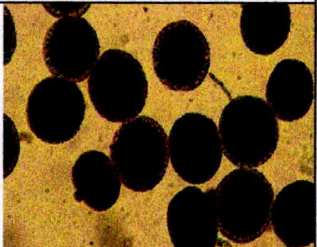
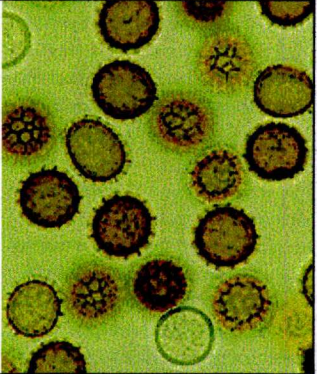
Para la detección de teliosporas del carbón parcial del trigo, se utilizó el procedimiento propuesto por Sánchez y Butler (1994); el cual consiste en la siguiente metodología:

El proceso de identificación del carbón parcial, deberá partir de la observación directa de los granos; en caso de detectarse granos rotos y parcialmente infectados, se realiza un montaje y se analiza al microscopio compuesto, para confirmar la presencia de teliosporas; de no encontrar infección y con el propósito de detectar infecciones incipientes, se colocan 100 g de semilla de trigo en una solución de KOH al 0.2% a 20°C por 6 horas. Posteriormente, se extrae la semilla y, en caso de detectar teliosporas de color negro brillante abajo del embrión, se realizan disecciones para facilitar la observación de esporas ante el microscopio compuesto. Para detectar teliosporas que están en el grano como agentes contaminantes, se deberán agitar por 30 minutos 25 o 50 g de semilla en 100 ml de agua, agregando de 2 a 5 gotas de Tween 20 (en caso de no disponer de este producto, utilizar detergente). Después de agitada la semilla se lava con agua en tamices de 50 y 20 micras de apertura, quedando las esporas en el tamiz de 20 micras, y se recuperarán mediante agua en un vaso de precipitado; el sobrenadante es pasado sobre papel filtro Whatman número 1, que debe estar colocado encima de un embudo Buchner y apoyado a su vez por un matraz Kitazato unido a una bomba de vacío.

El filtro se pasa a cajas Petri y se humedece con una solución de KOH al 3%, para observar la presencia de esporas en el microscopio estereoscópico y, confirmarla en el microscopio compuesto.

Para la identificación nos auxiliamos en el documento "Características distintivas en base a la teliospora de *Tilletia* spp", elaborado por López y Zapote (1999) del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal, con base en información técnica publicada por CIMMYT (Cuadro 2)

Cuadro 2. CARACTERISTICAS DISTINTIVAS EN BASE A LA TELIOSPORA DE *Tilletia* spp.
Durand, R. y Fischer, W. (1961); F.J. Zillinsky (1984); Wilcoxson, D. y Saari, E. (1996).

Nombre común	Nombre científico	Hospedante	Color	tamaño	forma	ornamentación	Figura
Carbón Parcial	<i>Tilletia indica</i> (<i>Neovossia indica</i>).	<i>Triticum aestivum</i> , <i>Oryzopsis miliacea</i> , <i>Bromus ciliatus</i> , <i>B. tectorum</i> , <i>Lolium multiflorum</i> , <i>L. perenne</i> , <i>Aegilops triuncialis</i> , <i>Ae. mutica</i> , <i>Ae. Columnaris</i> , <i>Ae. caudata</i> , <i>Ae. sharonensis</i> , <i>Ae. Cylindrica</i> , <i>Ae. bicornis</i> , <i>Ae. comosa</i> , <i>Ae. Searsii</i> , <i>Ae. tauschii</i> , <i>Ae. triaristata</i> .	Subopaco, café claro a oscuro	24-47 μ	Globosa, lacrimiforme	espinas truncadas	
Carbón Común	<i>Tilletia tritici</i> (<i>Tilletia caries</i>),	<i>Triticum</i> spp.	Amarillo-claro a gris o café rojizo	14-23.5 μ	Globosas u ocasionalmente ovoide	Reticulación poligonal/cerebriformes	
Carbón del enanismo	<i>Tilletia controversa</i> (<i>T. brevifaciens</i>)	<i>Triticum</i> spp., <i>Aegilops</i> , <i>Agropyron</i> , <i>Agrostus</i> , <i>Alopecurus</i> , <i>Arrhenatherum</i> , <i>Beckmannia</i> , <i>Bromus</i> , <i>Dactylis</i> , <i>Elymus</i> , <i>Festuca</i> , <i>Holcus</i> , <i>Hordeum</i> , <i>Koeleria</i> , <i>Lolium</i> , <i>Poa</i> , <i>Secale</i> , <i>Trisetum</i>	Amarillo-café a rojo-café	19-32 μ	Globosa a subglobosa embebido en una gelatina hialina.	Reticulación poligonal a subcerebriforme	
Carbón apestoso	<i>Tilletia leavis</i> (<i>Tilletia foetida</i>)	<i>Triticum</i> spp., <i>Secale cereale</i> , <i>Elymus canadensis</i> ,	Oliváceo oscuro	14-22 μ	Globosa a ovoide	Sin ornamentaciones (lisa)	

Cuadro 1. CARACTERISTICAS DISTINTIVAS EN BASE A LA TELIOSPORA DE *Tilletia* spp.
F.J. Zillinsky (1984); Wilcoxson y Saari (1996); Duran (1961).

Nombre común	Nombre científico	Hospedante	Color	tamaño	Forma	ornamentación	Figura
Carbón del arroz	<i>Tilletia barclayana</i> (<i>Tilletia horrida</i>)	Arroz	oscuras opacas	14-36 μ	Globosas a subglobosas	Espinas hialinas a ligeramente coloreadas, puntiagudas en el apice e irregularmente poligonales en la base. Espinas curvadas	
Carbón del pasto	<i>Tilletia walkeri</i>	Pasto (rey grass)	Café-translucido Nunca son oscuras a opacas	28.8-34.81 μ	Esférica,	Espinas truncadas, cuando se enfocan en la parte media.	

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo se realizó en los Valles del Mayo, Yaqui y Costa de Hermosillo, que son las áreas productoras de trigo duro elegibles para exportación. Los resultados obtenidos se muestran por cada una de las regiones participantes.

4.1 Muestreos en el Valle del Mayo, Son.

El muestreo en campo se realizó en 53,076 ha, en la división de módulos del Distrito de Riego No. 38 (Figura 3), con un total de 530 muestras, de acuerdo al análisis visual de las muestras por profesionales fitosanitarios aprobados, se observó un porcentaje de incidencia que oscilaba entre el 2.7 al 4.5% en los módulos 1, 5, 6, 7 y 12. En los módulos 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16 y FD, no se detectaron casos positivos a *Tilletia indica* (Cuadro 3).

En recepción en centros de acopio se efectuó el muestreo en cada uno de los camiones que ingresaron a las tres empresas inscritas en el programa de exportación en esta región, donde se muestrearon 12,147 vehículos, y se obtuvo una muestra por cada transporte, donde se detectaron 1,668 muestra positivas a carbón parcial del trigo, lo que representa un 14% de rechazos por infestación de *Tilletia indica*, en centro de acopio.

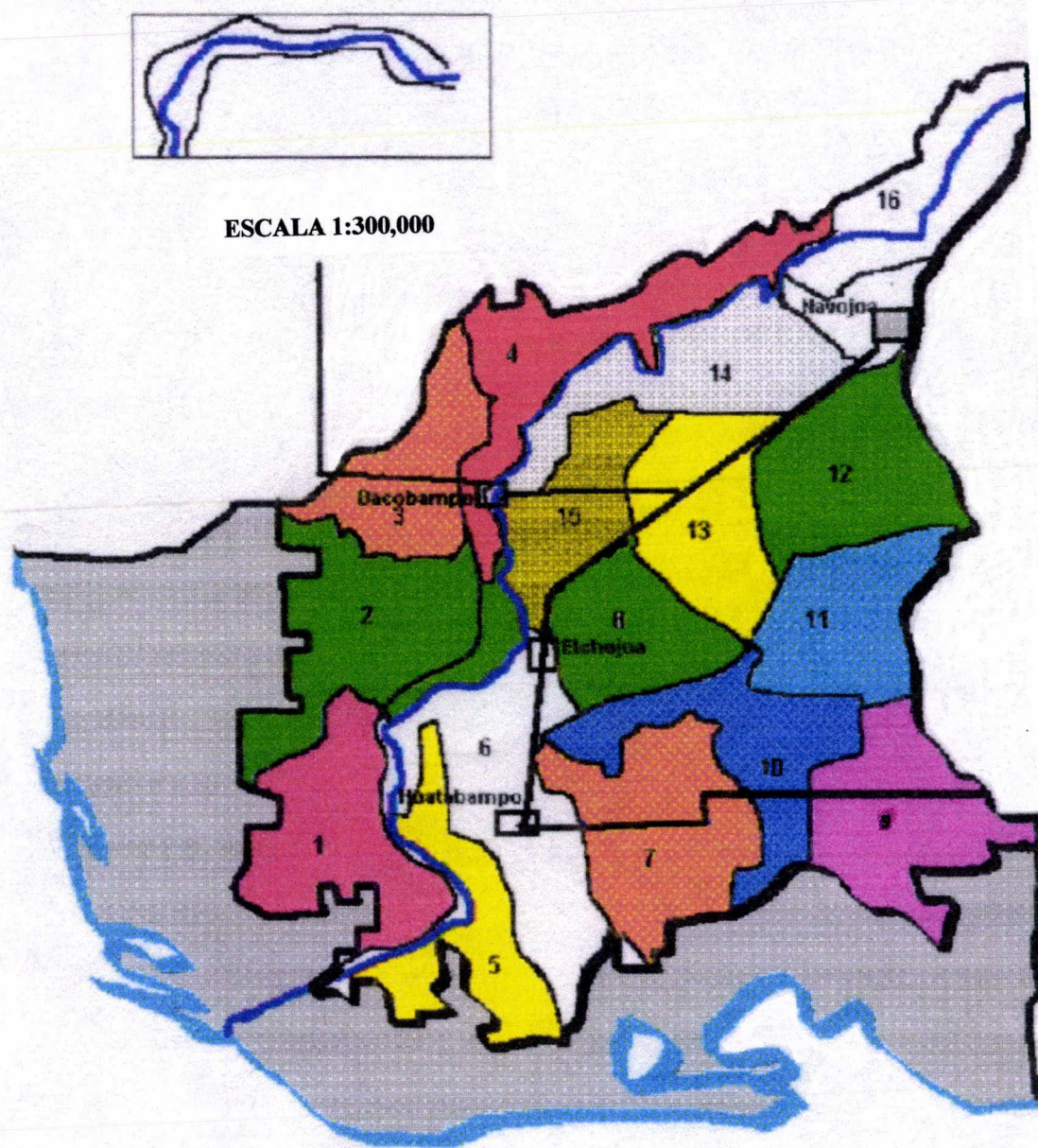


Figura 3. División de Módulos de Riego en el Valle del Mayo, Son.

Las bodegas participantes en el programa fueron Grupo Agroindustrial UCANSA, S.A. de C. V. (Centros de acopio Los Vados y Bacame), Grupo UCAMAYO (Centro de Acopio Secadora y Ferrocarril) y Agrícola Industrial de Huatabampo, en las cuales se tomaron 109 muestras, mismas que fueron remitida para su diagnostico en laboratorio y se reportan 14 positivas, lo que motivó el rechazo de 14,000 toneladas para exportación y la aceptación preliminar de 90,000 toneladas.

Cuadro 3. Porcentajes de incidencia de *Tilletia indica* en el Valle del Mayo, Son., ciclo O/I 97/98

Módulo de Riego	Superficie (ha)	N° de muestras	Muestras positivas	% de incidencia
1	3,624	36	1	2.8
2	3,882	39	0	-
3	3,126	31	0	-
4	3,004	30	0	-
5	3,202	22	1	4.5
6	3,734	37	1	2.7
7	3,584	36	1	2.8
8	2,206	22	0	-
9	3,244	32	0	-
10	2,186	22	0	-
11	3,136	31	0	-
12	5,042	50	2	4.0
13	4,671	47	0	-
14	2,572	26	0	-
15	3,368	34	0	-
16	1,919	19	0	-
FD	1,576	15	0	-
TOTAL	53,076	530	6	

4. 2 Muestreos en el Valle del Yaqui, Son.

En este valle los resultados del muestreo en campo arrojaron la detección del carbón parcial en tres lotes de 520 lotes muestreados (Cuadro 4). En el caso del muestreo de vehículos en centros acopio se obtuvieron mejores resultados para eliminar 45 lotes que tenían infección en campo y que no habían sido detectados en los recorridos de campo (Cuadro 5 y en la Figura 4). Esto nos permitió aceptar grano de 472 lotes, lo cual representa el 90.76% de la superficie muestreada.

Cuadro 4. Relación de manzanas y lotes con carbón parcial del trigo en el Valle del Yaquí, Son., con base en muestreos de campo en el ciclo O/I 97/98

Manzana	Identificación del Lote	N° de granos dañados
2028	FR.21-25	8
2130	36-40	4
1928	31,35	4

Se contó con la participación de cuatro almacenadoras o centros de acopio de las siguientes empresas u organismos: Unión de Crédito Agrícola del Yaqui (UCAY), Unión de Crédito Agrícola de Cajeme (UCAC), UCAIVYSA y AAVYAC, donde se muestrearon y analizaron 138,332 toneladas, de las cuales 13, 300 fueron positivas a carbón parcial y se rechazaron para el programa de exportación (Cuadro 5). De cada una de las bodegas se tiene un diagrama con la ubicación de los partidas de trigo elegibles para exportación.

4. 3 Muestreos en la Costa de Hermosillo, Son.

En esta área se sembraron en el ciclo Otoño-Invierno 97/98 un total de 25,058 hectáreas, de las cuales 8,200 fueron sembradas con trigo duro y ésta fue la superficie muestreada. Se identificaron 82 sitios de muestreo en campo (Figura 5). Los resultados obtenidos del diagnostico por personal aprobado nos indicaron que no había presencia del carbón parcial del trigo en ninguno de los lotes, por lo cual se acepto la superficie total como elegible para exportación.

Cuadro 5. Relación de manzanas y lotes con carbón parcial del trigo en el Valle del Yaqui, Son., con base en muestreo en centros de acopio en el ciclo O/I 97/98

Productor	Manzanas	Nº de granos dañados/Kg.
MARIO BARRAZA CABADA	507	4
AQUILES SONQUI A.	508	4
VICTOR SANCHEZ	510	4
JUAN MARIA ESCAMILLA DEVORE	511	4
RAMON ARIEL ACUÑA	604	4
ALMA ALBA VARGAS IBARRA	810	4
MARGARITA ELIAS SALIDO	813	4
JOSE GUADALUPE FELIX GUERRERO	904	4
ROBERTO OROZ GAYTAN	1005	4
ENRIQUE ZAZUETA	1015	4
SPR TRES DE ORO	1202	4
GRUPO GARCIA PORTILLO	1220	4
SPR SANCHEZ ESQUER	1315	4
SPR SANCHEZ ESQUER	1413	4
SPR SANCHEZ ESQUER	1415	4
EMMA GONZALEZ	1419	4
JAVIER INZUNZA LOPEZ	1512	4
LAMBERTO ARVIZU VALENZUELA	1520	4
ISIDRO SONQUI LOPEZ	1526	4
FELIPE ISLAS VERDUGO	1608	8
JOSE VZLA. NAVARRO	1612	4
SPR AGROP. STA. BARBARA	1618	4

Productor	Manzanas	N° de granos dañados/Kg.
GRUPO GARCIA PORTILLO	1620	4
JUAN C. TELLECHEA M.	1703	4
GEORGIA SWIFT G.	1706	4
HUMBERTO CASTILLO AVENDAÑO	1714	4
HUMBERTO CASTILLO AVENDAÑO	1814	4
HUMBERTO CASTILLO AVENDAÑO	1816	4
LAMBERTO ARVIZU VALENZUELA	1820	4
SPR 3 DE ABRIL	1830	4
MIGUEL DENGUEL HILTON	1914	4
JOSE NAVA CALACA	1916	4
EMANUEL GUEVARA OBREGON	1934	4
HUMBERTO CASTILLO AVENDAÑO	2012	4
ANA LUISA LUDERS B.	2034	8
ARTEMISA VARGAS IBARRA	2112	4
LEOBARDO CORNEJO RASCON	2124	4
JOSE GPE. NAVARRO CRUZ	2126	4
LAMBERTO ARVIZU VALENZUELA	2128	4
BARTOLO CORNEJO RASCON	2226	4
RENE SALDIVAR FUERTE	2322	4
GPE. ALBERTO NAVARRO CAÑEZ	2332	4
HUMBERTO CASTILLO	2716	4
JOSE ADAN PEDRAZA R.	BACAME NUEVO	4
ANTONIO BARCELO PEÑUÑURI	TORIM, DE BOMBEO II	4
MANZANA CON PRESENCIA DE CARBON	45	

En la Costa de Hermosillo participaron tres empresas almacenadoras que son: Agrícola la Hermosura y San Gonzalo, S. A. de C. V., Comercializadora Hermosillense, S. A. de C.V. y Agroindustrias Unidas de México, donde se obtuvieron 27 muestras y resulto una positiva a Carbón parcial lo cual motivó el rechazo de 2,052 toneladas y se aceptaron para exportación 23,455 toneladas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados del muestreo para detectar carbón parcial del trigo en Centros de Acopio de la Costa de Hermosillo, Son., en el ciclo O/I 97/98

Nombre del Centro de Acopio	Capacidad de bodega	Muestreado	Diagnóstico	Exportado
Agroindustrias Unidas de México, S.A.	60,000	7775.650 2052.000	Negativo Positivo	7775.650
Agrícola la Hermosura y San Gonzalo, S.A. de C.V.	15,000	10,052.290	Negativo	10,052.290
Comercializadora Hermosillense	120,000	5,627.220	Negativo	5,627.220
TOTAL	195,000			23,455.160

4. 4 Resultados del muestreo para detectar carbón parcial del trigo en campo y centros de acopio en el estado de Sonora

La superficie muestreada en campo en los valles del Mayo, Yaqui y Costa de Hermosillo fue de 269, 276 ha donde encontramos un porcentaje de incidencia del carbón parcial de un 14.25%. En el Valle del Mayo se rechazó para exportación el 36.14% de la superficie muestreada, debido a la detección de carbón parcial del trigo (Cuadro 7). En centros de acopio se muestrearon 267,839 ton, de las cuales se rechazaron 29,352 ton por la detección de carbón parcial del trigo en transporte o bodega, lo que representó un 10.95% del volumen muestreado (Cuadro 8).

Cuadro 7. Resultados del muestreo en campo para detección de áreas con carbón parcial del trigo en Sonora.

Area	Superficie muestreada	Superficie positiva a carbón parcial	% incidencia
Valle del Mayo	53,076 ha.	19,186	36.14%
Valle del Yaqui	208,000 ha.	19,200	9.2%
Costa de Hermosillo	8,200	—	0%
	269,276	38,386	14.25%

Cuadro 8. Resultados del muestreo en centros de acopio para detectar carbón parcial del trigo en Sonora.

Area	Toneladas muestreadas	Toneladas positivas a carbón parcial	Toneladas aceptadas para exportación
Valle del Mayo	104,000	14,000	90,000
Valle del Yaqui	138,332	13,300	125,032
Costa de Hermosillo	25,507	2,052	23,455
	267,839	29,352	238,487

4. 5 Volúmenes de trigo exportados bajo el programa de certificación fitosanitaria en el estado de Sonora

Durante 1998 se exportaron 227, 851 toneladas de trigo duro de Sonora con destino a Italia (45,550 ton), Venezuela (57,600 ton), Libia (114,350 ton) y Argelia (10,351ton) (Figura 6). Estos volúmenes fueron certificados al amparo del programa de certificación fitosanitaria implementado en el estado de Sonora por la Dirección General de Sanidad Vegetal.

Previo a la exportación en el Puerto de Guaymas se inspeccionaron 6,332 camiones, de los cuales se rechazaron por detección de granos con carbón parcial 11 vehículos, lo que representa un 99.93% de embarques aceptados.

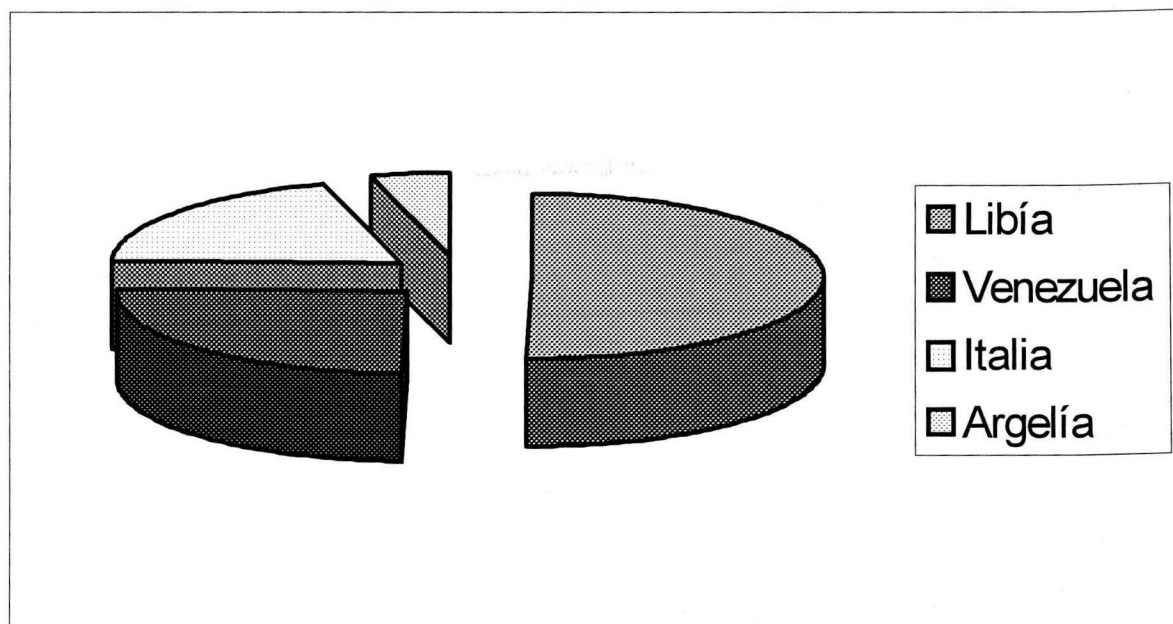


Figura 6. Volúmenes de Trigo de Sonora, exportados durante 1998 a diversos países.

4. 6 Generalidades del programa de certificación fitosanitaria en el estado de Sonora

Este sistema de certificación es un método alternativo que ofrece seguridad fitosanitaria debido a que integra una serie de factores como son: tolerancia de trigo duro al carbón parcial, eliminación de áreas con presencia del patógeno en base al muestreo de campo y centro de acopio, rechazo de cargamento en base a dictamen fitosanitario y muestreo en Puerto de Embarque. Dicha serie de procedimientos lo hace un sistema confiable que esta sustentado en el trabajo profesional de técnicos aprobados y productores de trigo. Sin embargo, no existe una cuantificación numérica para darle valor a cada uno de los pasos referidos anteriormente.

El conjunto de sistemas en si es un proceso mucho más caro y laborioso que un tratamiento cuarentenario. Las siguientes situaciones son requeridas para que el sistema sea desarrollado:

- La plaga asociada con la mercancía debe ser conocida.
- Conocer la biología de la plaga incluyendo la relación plaga/hospedante, dispersión, hospedantes alternantes, hábitos de selección y dinámica poblacional.
- Deben existir programas de supervisión de la plaga en campo y/o detección de la plaga en embarques.
- La plaga generalmente esta ausente o es poco frecuente en la mercancía que se comercializa, debido a: 1) Manejo fitosanitario en campo; 2) Tolerancia del hospedante; 3) Cultivos resistentes ; 4) Desincronización y fenología entre la plaga y la mercancía a comercializar; 5) Limitaciones ecológicas basadas en la poca presencia de la plaga en el área de cultivo.
- No existen métodos alternativos avalados por obtener una seguridad fitosanitaria o un conjunto de sistemas es más deseable porque no daña la mercancía o es mejor el costo-beneficio.
- Debe existir un número suficiente de embarques para absorber los costos del programa.

5. CONCLUSIONES

El procedimiento desarrollado en el estado de Sonora para la exportación de trigo duro, ofrece seguridad cuarentenaria para que un embarque de trigo sea certificado como libre de granos infectados con carbón parcial del trigo (*Tilletia indica* M.). Sin embargo, no es posible asegurar que el embarque está libre de teliosporas de *T. indica* como contaminantes, debido a que el grano de trigo proviene de una zona con la presencia de esta enfermedad y puede contaminarse con las corrientes de aire.

Es necesario realizar más investigación sobre el número de teliosporas de *T. indica*, que pueden provocar el establecimiento de este patógeno en áreas libres, para tener mayores elementos para la aceptación del programa por los países consumidores del trigo duro de Sonora.

Se requiere incorporar al procedimiento de certificación los requisitos adicionales que establezcan los países de destino. Para el caso del trigo con destino a Italia, se debe incorporar el uso de semilla certificada fitosanitariamente en los predios elegibles para exportación y contemplar la verificación en origen. La participación coordinada de los productores, exportadores, autoridades fitosanitarias y Gobiernos de los estados, pueden contribuir para el establecimiento de un conjunto de sistemas en los programas de exportación de productos agrícolas mexicanos. En general, el conjunto de sistemas es más difícil de manejar que un tratamiento postcosecha probabilidad 9 o una área libre. Muchos componentes necesitan ser supervisados o monitoreados para asegurar su desarrollo.

6. LITERATURA CITADA

Anónimo, 1980. Wheat documenta. Ciba Geigy Suiza, 65 pp.

Anónimo, 1991. Manual de procedimientos para el muestreo y tratamiento de granos. Serie Sanidad Vegetal. SARH. 124 pp.

Anónimo, 1993. Taller sobre las estrategias para el control del carbón parcial del trigo (*Neovossia indica*) en el Estado de Sonora. Marzo 18-19 de 1993. SARH-CIMMYT-INIFAP. 99 pp.

Anónimo, 1996. Lineamientos para la expedición de certificados fitosanitarios. Dirección General de Sanidad Vegetal - SAGAR. México, D.F. 42 pp.

Anónimo₁, 1998. Crop Protection Compendium. Module I Center for Agriculture and Biosciences International. United Kingdom. 12 pp.

Anónimo₂, 1998. Plan de trabajo para la exportación de aguacate Hass de México a los Estados Unidos. SAGAR-USDA. 39 pp.

- Anónimo₁, 2000. Acuerdo entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de México, a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal y el Ministerio para las Políticas Agrícolas de Italia, a través de la Dirección General de las Políticas Agrícolas y Agroindustriales Nacionales. Roma, Italia. 2 pp.
- Anónimo₂, 2000. Relación de unidades de verificación aprobadas por la Dirección General de Sanidad Vegetal. México, D.F. (sin publicar). 5 pp.
- Agarwal, V. K. and H. S. Verma, 1983. A simple technique for the detection of Karnal bunt infection in wheat seed samples. *Seed Research* 11: 100-102.
- Alvarez Z., R. 1987. Evaluación de fungicidas para el control del carbón parcial *Neovassia indica* (Mitr.) Mundkur, en el Valle del Yaqui, Sonora. 1985 –1986. Tesis de Ing. Agr. Especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Méx. 68 pp.
- Ayon R., I 1989. Identificación de enfermedades que atacan al trigo (*Triticum aestivum* L.) en Juchitepec, México y su incidencia en relación a las condiciones climáticas. Tesis de Ing. Agr. Especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx., 83 pp.

- Brenan et al. 1990. Economic losses from karnal bunt of wheat in Mexico. CIMMYT. Economics working paper. 55 pp.
- CEA, 1999. Avances de siembras de trigo. Ciclo otoño-invierno 1999-2000. México, D.F. 1 pp.
- Chávez O., J., 1994. Identificación y evaluación de alelos del sistema de incompatibilidad, trampeo in vitro y reacción de variedades de trigo (*Triticum* sp L.), a *Tilletia indica* Mitra. Agente causal del carbón parcial. Tesis de Ingeniero Biotecnólogo. Instituto Tecnológico de Sonora, Obregón, Son. Méx., 65 pp.
- Duran R., 1972. Further Aspects of teliospore germination in North American Smut fungi II. Can. J. Bot. 50:2569 – 2573.
- Fuentes - Dávila, G. y D. A. Lawn. 1992. Effect of methyl bromide and dazomet on germination of *Tilletia indica* teliospores in field soil. Tropical Pest Management, 38(3) 323-324.
- Hanson H., N. E. Borlaug; R. G. Anderson, 1982. Trigo en el tercer mundo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT . p: 8-11.
- Fuentes D., G. 1993. Introducción al carbón parcial: historia, patógeno, síntomas e impacto. In: Taller sobre las estrategias para el control del carbón parcial del trigo (*Neovossia indica*) en el Estado de Sonora. SARH-INIFAP-CIMMYT. 18-19 de marzo de 1993. Ciudad Obregón, Sonora. p: 21-28.

- INEGI. 1997. Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Aguascalientes, Méx.; 500 pp.
- Jang E. B. and H. R. Moffit. 1994. System approach to achieving quarantine security. In: Quarantine treatments for pest of food plants. J. L. Sharp and G. J. Hallman (Ed.) Westview Press. Colorado, E.U.A. p: 225 –237.
- Khan R.P, 1989 Plant protection and quarantine. Special topics. Animal and Plant Health Inspection Service. USDA. Maryland, E.U.A. p: 48
- Kumar J. and S. Nagarajan, 1998. Role of flag leaf and spike emergence stage on the incidence of karnal bunt in Wheat. Plant Disease 82: 1368 – 1370.
- López, N., J. y C. A. Zapote M. 1999. Características distintivas en base a teliosporas de *Tilletia* spp. In: Memoria de Curso de fitopatógenos de importancia cuarentenaria, celebrado del 12 al 16 de julio de 1999 en México, D.F. 50 pp.
- Milroy N. and N. Paulitz T. 1995. Karnal bunt disease a pest risk asesment report. Agriculture Canadá. 73 pp.
- Nagarajan S., 1991. Epidemiology of karnal bunt of wheat incited by *Neovossia indica* and an attempt to develop a Disease Prediction System. Wheat Special Report N° 4. 69 pp.
- Nagarajan S., et al. 1997. Karnal Bunt (*Tilletia indica*) of wheat – a review. Plant Pathology 76: 01 –08.

- Orozco, P.E. 1997. Perspectiva de la Actividad Agropecuaria. In Memorias del Primer simposio internacional de Trigo. 7 al 9 de abril de 1997 en Cd. Obregón, Son, NIFAP, CIMMYT, PIEAEAS y Fundación Produce Sonora. p: 3-4
- Romero, C. S. 1994. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 347 pp.
- Saari, E. E. and O.F. Mamluk 1996. Bunts and Smuts of wheat. In: Bunt and smut Diseases of wheat. R. D. Wilcoxson and E. E. Saari (Ed.). CIMMYT P: 1-11.
- SARH. 1982. Manual de procedimientos al que se sujetará la expedición de guías fitosanitarias para la transportación, acarreo y movilización de vegetales, dentro del territorio nacional.
- SARH. 1991. Manual de procedimientos administrativos para la importación y exportación de productos agropecuarios, forestales y agroquímicos, en donde interviene la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- SARH, 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del trigo. Serie Sanidad Vegetal. Sistema producto trigo, México, D.F. P. 298 pp.
- SARH, 1987. Cuarentena Interior Número 16 contra el carbón parcial del trigo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Diario Oficial de la Federación, Jueves 12 de marzo de 1987. México, D.F.

- SAGAR, 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-001-FITO-1995, por la que se establece la campaña contra el carbón parcial del trigo, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación, Lunes 16 de diciembre de 1996. México, D.F. 1-12 pp.
- Sánchez R., C. V. y L. Butler, 1994. Estandarización del sistema de lavado y filtrado para detección de esporas de *Tilletia indica* Mitra en trigo en la Unidad de Sanidad de Semillas. IX th. Biennial Workshop on the Smut Fungi, El Batán, CIMMYT, México (en prensa).
- Schall, R. A. 1994. Karnal bunt; the Risk to the American. Wheat crop. 28 pp.
- Smilanick, J. L. and J.M Prescott, 1986. Effect of soil fumigation with methyl bromide, metham, and formaldehyde on germination of teliospores of *Tilletia indica*. Phytopathology 76: 1060.
- Smilanick, J. L., Hoffmann, J. A., Secrest, L. R., and Wiese, K. 1998. Evaluation of chemical and physical treatments to prevent germination of *Tilletia indica* teliospores. Plant Disease 72: 46-51.
- USDA – APHIS. 1996. Karnal Bunt. A fungal Disease of wheat. 4 pp.
- USDA – ARS. 1997. Systems Approaches. Workshop. Maryland, E.U.A. 4 pp.
- White G. 1999. Procedimiento armonizado para distinguir morfológicamente a las teliosporas del carbón parcial del trigo, carbón del pasto y carbón del arroz. NAPPO, Ottawa, Canadá. 5 pp.

APENDICE

FORMATO 1. CERTIFICADO FITOSANITARIO INTERNACIONAL

SEE REVERSE FOR ADDITIONAL INFORMATION VOIR REVERS POUR INFORMATION ADDITIONNEL ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN SIEHE RÜCKSEITE



SECRETARIA DE AGRICULTURA,
GANADERIA Y DESARROLLO RURAL

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL



CERTIFICADO FITOSANITARIO INTERNACIONAL

DE LA CONVENCION INTERNACIONAL DE PROTECCION FITOSANITARIA DE 1951
A LA ORGANIZACION DE PROTECCION FITOSANITARIA DE:

Nº MUESTRA

CERTIFICACION

Por el presente se certifica que las plantas o productos vegetales descritos a continuación, se han inspeccionado de acuerdo con los procedimientos adecuados y se consideran libres de plagas de cuarentena, y prácticamente libres de otras plagas nocivas; y se considera que se ajustan a las disposiciones fitosanitarias vigentes en el país importador.

1a. FECHA DE INSPECCION	1b. FECHA DE EXPEDICION	1c. LUGAR DE EXPEDICION
-------------------------	-------------------------	-------------------------

DESCRIPCION

NOMBRE Y DIRECCION DEL EXPORTADOR	3. NOMBRE Y DIRECCION DECLARADOS DEL DESTINATARIO
NOMBRE DEL PRODUCTO Y CANTIDAD DECLARADA	
NOMBRE BOTANICO DE LAS PLANTAS	6. LUGAR DE ORIGEN
NUMERO Y DESCRIPCION DE LOS EMPAQUES	8. MARCAS DISTINTIVAS
MEDIO DE TRANSPORTE DECLARADO	10. PUNTO DE ENTRADA DECLARADO

TRATAMIENTO DE DESINFECCION O DESINFESTACION

1. FECHA	12. TRATAMIENTO
3. PRODUCTO QUIMICO (INGREDIENTE ACTIVO)	14. DURACION Y TEMPERATURA
5. CONCENTRACION	16. INFORMACION ADICIONAL

Cualquier declaración con falsedad que se manifieste en este certificado fitosanitario, será sancionado administrativamente conforme lo marca el Capítulo III de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, sin perjuicio de las penas que correspondan cuando sean constitutivas de delito, conforme lo marcan los Capítulos IV y V del Título Décimo Tercero del Código Penal para el Distrito Federal. Este certificado debe ser presentado cada vez que sea requerido por profesionales fitosanitarios oficiales autorizados de la Secretaría y será nulo si presenta tachaduras o enmendaduras.

17. DECLARACION ADICIONAL

SELLO

18. NOMBRE Y CARGO DEL FUNCIONARIO (mayúsculas o a máquina de escribir)	19. FIRMA	20. CEDULA DE INSCRIPCION
--	-----------	---------------------------

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, ninguno de sus oficiales, ni sus representantes asumen responsabilidad económica con respecto a este certificado.



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

DIAGNOSTICOS FITOSANITARIOS LABORATORIO

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Hermosillo, Sonora, México
R.F.C. USO-530922-NH6
Clave Secretaría
97-726-001-DF

Nº 408



Km. 21 Carret. a Bahía Kino
Apdo. Postal 305
Tel. 13 80 06 y 13 09 54
Fax 13 80 06

DICTAMEN

1/4

No. DE OFICIO

O/REMISION: _____ INSPECTORIA: ☐ DELEG./SAGAR: ☒ PARTICULAR: ☐

DDR-144

DATOS DEL USUARIO:

Nombre: AGRICOLA LA HERMOSURA, S.A. DE C.V.

Dirección: _____

Teléfono: HERMOSILLO, SONORA

No. DE MUESTRA 01-04 FECHA DE RECEPCION: MAYO 11, 1998

DATOS I

Nombre científico: TRITICUM DURUM

Nombre común: TRIGO

Variedad: CRISTALINO

Origen (país o región): HERMOSILLO, SONORA

Procedencia: AGRICOLA LA HERMOSURA, S.A. DE C.V.

Uso: EXPORTACION

(Siembra, consumo, procesamiento, experimentación, etc.)

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGICO: ☐ FITOPATOLOGICO: ☒ MALEZAS: ☐ OTRO: ☐

TECNICAS O METODOS USADOS

IDENTIFICACION Y CUANTIFICACION DIRECTA Y PRUEBA DE LAVADO, TAMIZADO-
FILTRADO PARA LA DETECCION DE TELIOSPORAS DE CARBON PARCIAL.

RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO

FECHA DEL RESULTADO: MAYO 11, 1998

NO SE DETECTO CARBON PARCIAL EN LAS MUESTRAS 1, 2 y 3, NO INFECCION,
NO GRANOS DAÑADOS. LA MUESTRA 4 RESULTO CON SOLO PRESENCIA DE
CARBON PARCIAL, NO INFECCION, NO GRANOS DAÑADOS. PRESENCIA
SIGNIFICA SOLO TELIOSPORAS COMO CONTAMINANTES.

Emisión del dictamen
Original: Usuario

M.C. Francisco José Rivas Santoyo
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Fco José Rivas S.
ATENTAMENTE SIGNATARIO

JUNTA LOCAL DE SANIDAD VEGETAL DE HERMOSILLO
DEL

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL No. 144

SAN MIGUEL NUM. 55

HERMOSILLO, SONORA - C. P. 83260

TEL. 12-57-63, 13-46-42

Esta junta local como organismo auxiliar de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en materia de Sanidad Vegetal, CERTIFICA que el embarque de vegetales detallados, son productos fitosanitariamente no regulados bajo normas oficiales mexicanas y proceden de esta localidad, por lo que se otorga el presente:

CERTIFICADO DE ORIGEN

No. 1877

PROCEDENCIA SAHUARAL CAMPO LA HERMOSURA
DESTINO GUAYMAS SONORA

PRODUCTO TRIGO-ALTAR
CANTIDAD 41680 KGS. USO EXPORTACION

OBSERVACIONES NO DAÑO NI INFECCION DE CARBON PARCIAL
SEGUN FOLIO 408 DEL LABORATORIO UNI-SON.

SOLICITANTE AGRICOLA SAN GONZALO SA de CV.
DOMICILIO VILLA DEL CANAL No 97.
POBLACION Y EDO. HERMOSILLO, SONORA

DESTINATARIO SERANOR.
DOMICILIO SILOS-GUAYMAS.
POBLACION Y EDO. GUAYMAS SONORA

TRANSPORTE TERRESTRE.
PLACAS, MARCA Y MODELO FAMSA 830-AM7

JUNTA LOCAL DE SANIDAD
VEGETAL DE HERMOSILLO
R. F. G. 15-970321-145
HERMOSILLO, SONORA

FECHA DE EXPEDICION 12 MAYO 1998

VIGENCIA

FIRMA DE AUTORIZACION

NOMBRE RICARDO COVARUBIAS 622.

CARGO TECNICO DE CAMPAÑA

CED. APTOS. 96726007 CPT

MUESTREO EN CAMPO
CARBON PARCIAL NEGATIVO

