



COGOLLO RACIMOSO DEL BANANO

Banana bunchy top virus

Ficha Técnica No. 31



Halbert, 2015; Scot, 2004; University of Hawaii, 2006.





CONTENIDO

| | |
|--|----|
| IDENTIDAD..... | 1 |
| Nombre científico | 1 |
| Sinonimia | 1 |
| Clasificación taxonómica..... | 1 |
| Nombre común..... | 1 |
| Código EPPO..... | 1 |
| Guía para su identificación..... | 1 |
| Estatus fitosanitario..... | 1 |
| Situación de la plaga en México..... | 1 |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA..... | 1 |
| Impacto económico a nivel mundial | 2 |
| Potencial de impacto económico en México | 2 |
| DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA | 4 |
| HOSPEDANTES..... | 6 |
| ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS..... | 6 |
| Ciclo de vida | 6 |
| Descripción morfológica..... | 7 |
| DAÑOS Y SÍNTOMAS | 8 |
| Patógenos u organismos asociados | 9 |
| ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS..... | 9 |
| Epidemiología de la plaga..... | 9 |
| Sobrevivencia..... | 10 |
| Dispersión | 10 |
| Métodos de diagnóstico | 10 |
| MEDIDAS FITOSANITARIAS | 10 |
| Muestreo o monitoreo de la plaga..... | 10 |
| Control cultural | 11 |
| Control biológico | 11 |
| Control químico..... | 11 |
| Erradicación | 12 |
| Medidas regulatorias..... | 12 |
| VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA..... | 12 |
| Toma y envío de muestras..... | 13 |
| Alerta fitosanitaria | 13 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 13 |

IDENTIDAD

Nombre científico

Banana bunchy top virus



Fuente: Australian Government, 2016.

Sinonimia

Banana bunchy top nanovirus
Banana bunchy top babuvirus
Abaca bunchy top virus

Clasificación taxonómica

Reino: Virus y viroides
Grupo taxonómico: Virus
Familia: Nanoviridae
Género: Babuvirus
Especie: *Banana bunchy top virus*

[(BBTV) ICTV, 2014].

Nombre común

| Nombre común | |
|--------------|--|
| Español | Cogollo racimoso del banano |
| Inglés | Banana bunchy top, Curly top of banana, Abaca bunchy top, Bunchy top of banana |
| Francés | Sommet touffu du bananier |

Código EPPO.

BBTV00.

Guía para su identificación

Su identificación es posible mediante el empleo de PCR. Una de las metodologías para determinar la presencia de *Banana bunchy top virus* (BBTV) es propuesta por Shelake *et al.* (2013).

Estatus fitosanitario

De acuerdo a la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5, "Glosario de términos fitosanitarios", *Banana bunchy top virus* cumple con la definición de plaga cuarentenaria, ya que se encuentra ausente en el país y puede potencialmente causar pérdidas económicas en cultivos hospedantes (IPPC, 2018).

Situación de la plaga en México

De acuerdo a la NIMF No. 8., *Banana bunchy top virus* se cataloga como una plaga Ausente en México: no hay registros de la plaga (IPPC, 2017).

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

Banana bunchy top virus (BBTV) es la enfermedad viral más importante del plátano (Karan *et al.*, 1994). Asimismo, es considerada la plaga más devastadora del fruto en todo el mundo (Plant Health Australia, s/a.), y cobra mayor relevancia por tratarse del cuarto alimento más importante a nivel internacional, después del arroz, el trigo y el maíz (Shankar y Mondal, 2016). La European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), y Caribbean Plant Protection Commission (CPPC), la clasifica como plaga cuarentenaria, al igual que la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), debido al riesgo latente de establecimiento en áreas donde

la plaga no se encuentra presente. Por lo anterior, las medidas de cuarentena son esenciales para prevenir su introducción.

De acuerdo al Listado de Priorización de Plagas a vigilar para el 2017, y conforme a la metodología establecida para su definición, se determinó que *Banana bunchy top virus* representa un riesgo latente de introducción a México, el cual podría afectar a estados bananeros como lo son: Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, Campeche, Yucatán, Morelos, México e Hidalgo, por lo que se establecen estrategias de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para evitar su ingreso al país.

Impacto económico a nivel mundial

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. Como alimento básico, los bananos, (incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción), contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas (FAO, 2002), por esta razón, el impacto que generan las plagas de importancia cuarentenaria como el caso de BBTV, ha ocasionado pérdidas en la producción, empleos, disminución en la comercialización del fruto, entre otros factores (Manzo, *et al.*, 2014). En Fiji, donde se tiene el primer reporte de la enfermedad, la producción disminuyó de 778,000 racimos de plátano en 1892 a 114,000 en 1895. En Australia devastó la industria bananera en 1920 y su efecto fue severo en Nueva Gales del Sur, durante el periodo de 1922-1926, país en donde el 90% del área de cultivo de plátano quedó fuera de producción. Así mismo, en el Distrito de Currumbin en el Sur de Queensland, el número de plantaciones se redujo de 100 a 4 en el periodo de 1922-1925 disminuyendo la producción en un 95%. Reportes más recientes, señalan que entre 1990 y 1992, la enfermedad ha afectado severamente la industria del plátano en

Paquistán, la cual está basada en el cultivar enano Basrai (AAA “Cavendish”), mientras que en el sur de la provincia de Sindh; estadísticas del gobierno de Paquistán revelaron que el área productora de plátano disminuyó 55% (Dale, 1987; Drew *et al.*, 1989; Jones, 1994). De acuerdo con EPPO (2015), BBTV puede ocasionar pérdidas de hasta el 100% de la producción, siempre y cuando no se apliquen las medidas de control correspondientes.

Potencial de impacto económico en México

La introducción de este patógeno a México, podría ocasionar grandes pérdidas económicas, debido a que el cultivo de plátano, tiene una amplia distribución en el país, además de ser uno de los sistemas producto más redituables. La presencia de BBTV en México, pondría en riesgo a 300,000 empleos directos en campo, y alrededor de 150,000 indirectos (SAGARPA, 2015 y CSPPN, 2010). Las exportaciones se verían afectadas y de las 32 empresas exportadoras, estas reducirían significativamente por escasez del fruto (Mexbest, 2017).

De acuerdo con el SIAP (2019), durante el ciclo agrícola 2016, este cultivo presentó una superficie de 80,021.99, alcanzando una producción de 2,384,777.57 toneladas, y un valor de producción de alrededor de 6,826.97 millones de pesos (Cuadro 1 y Figura 1). Chiapas, es el estado que mayor producción obtiene de plátano, registrando una superficie sembrada de 23,388.00 hectáreas, seguida de Tabasco con una superficie de 11,508.08 hectáreas.



Cuadro 1. Producción nacional de plátano.

| Estado | Superficie sembrada (ha) | Producción (ton) | Valor de producción (millones de pesos) |
|--------------|--------------------------|---------------------|---|
| Chiapas | 23,454.57 | 688,899.88 | 1,667.39 |
| Tabasco | 11,519.06 | 599,504.35 | 2,152.70 |
| Veracruz | 15,817.72 | 206,883.10 | 607.20 |
| Colima | 6,027.54 | 178,487.04 | 647.27 |
| Jalisco | 3,848.00 | 173,502.65 | 546.56 |
| Michoacán | 5,836.00 | 160,376.02 | 511.10 |
| Guerrero | 3,828.21 | 79,575.73 | 342.72 |
| Oaxaca | 3,619.20 | 66,376.41 | 234.45 |
| Nayarit | 2,800.06 | 33,839.87 | 93.13 |
| Puebla | 2,409.00 | 30,439.88 | 108.26 |
| Quintana Roo | 703 | 8,364.92 | 40.91 |
| Campeche | 117.00 | 1,397.41 | 5.79 |
| Yucatán | 262.80 | 1,238.18 | 5.20 |
| Morelos | 11 | 324.50 | 1.43 |
| México | 18 | 241.60 | 1.45 |
| Hidalgo | 12 | 67.80 | 0.26 |
| TOTAL | 80,283.16 | 2,229,519.34 | 6,965.81 |

Fuente: SIAP, 2019. Con datos del cierre agrícola 2017.

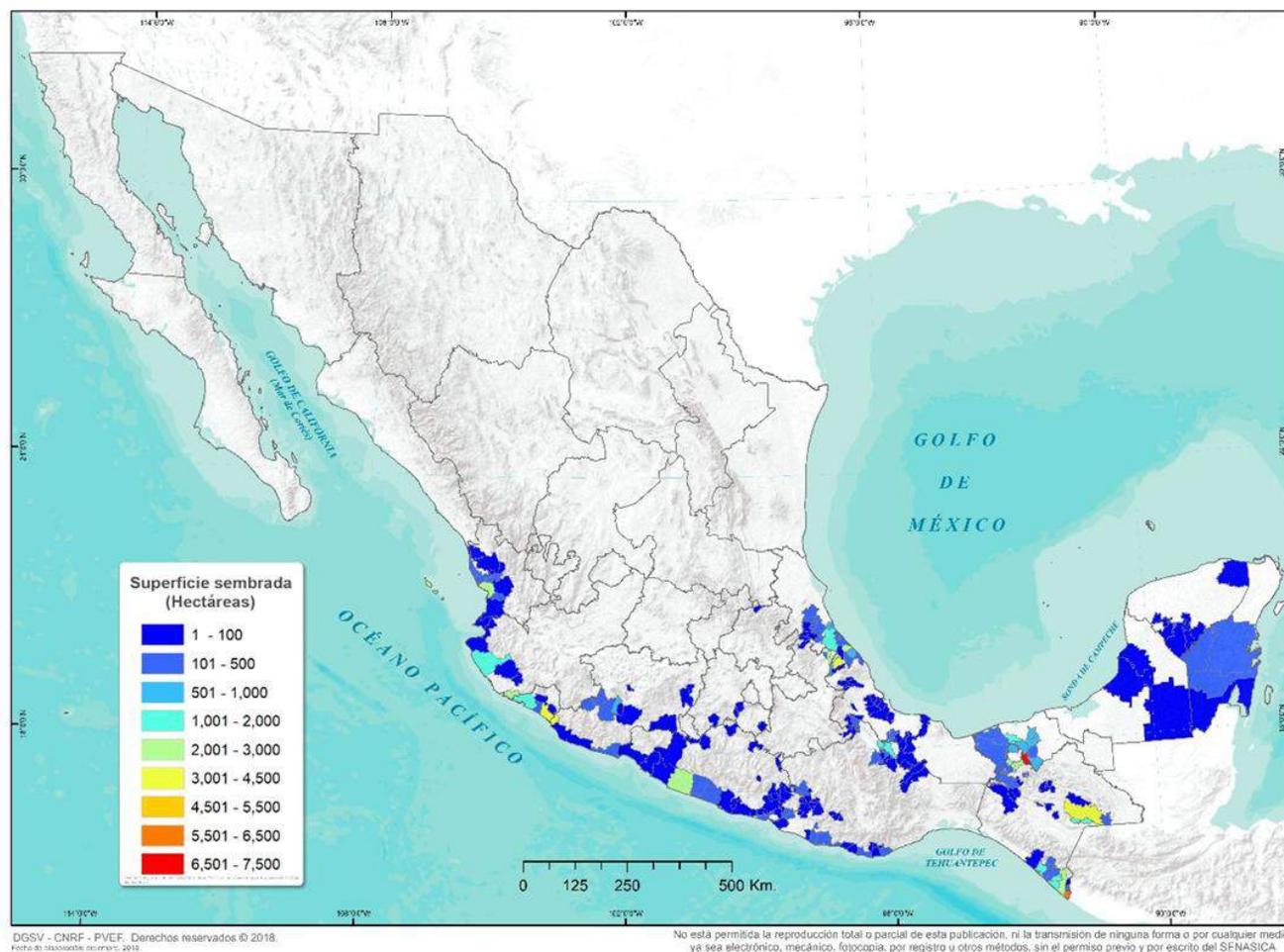


Figura 1. Municipios con producción de plátano establecido en México (SIAP, 2019 Datos del ciclo agrícola 2017).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA

La enfermedad fue reportada inicialmente en Fiji en 1889 (Jackson y Wright, 2005), sin embargo, es probable que estuviera presente desde 1879; a principios de 1900 se reportó en Taiwán y en 1901 en Egipto, posteriormente apareció en Sri Lanka y en Australia en 1913, ambas infecciones fueron originadas probablemente por la importación de hijuelos infectados provenientes de Fiji. En 1940, fue introducida en la India probablemente de Sri Lanka (Dale, 1987). Actualmente, se encuentra distribuida en varios países (Cuadro 2 y Figura 2).

Cuadro 2. Distribución geográfica del Cogollo racimoso del banano (*Banana bunchy top virus*).

| Países y zonas con presencia de BBTV | |
|--------------------------------------|---|
| Asia | Bangladesh, Camboya, China (Fujian, Guangdong, Guangxi, Hong Kong, Hainan, Yunnan), India (Andra Pradesh, Assam, Karnataka, Kerala, Maharashtra, Meghalaya, Orissa, Tamil Nadu, Uttar Pradesh, Oeste de Bengala), Indonesia (Java, Irian Jaya, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sumatra), Irán, Japón (Bonin Isla Bonin, Archipiélago Ryukyu), República de Corea, Laos, Malasia (Sarawak, Sabah), Myanmar, Nepal, Pakistán, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia y Vietnam. |
| África | Angola, Benin, Burundi, Camerún, República Central de África, Congo, República Democrática del Congo, Egipto, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Gabón, Malawi, Nigeria, Ruanda, Sudáfrica, Mozambique y Zambia. |
| Norteamérica | USA (Hawái) |
| Sudamérica | Brasil |
| Oceanía | Samoa Americana, Australia (Nueva Gales del Sur, Queensland), Fiji, Polinesia francesa, Guam, Kiribati, Micronesia, Nueva Caledonia, Islas Marianas del Norte, Palau, Papúa Nueva Guinea, Samoa, Tonga, Tuvalu, Islas Wallis y Futuna. |

Fuente: CABI, 2018; EPPO, 2018.

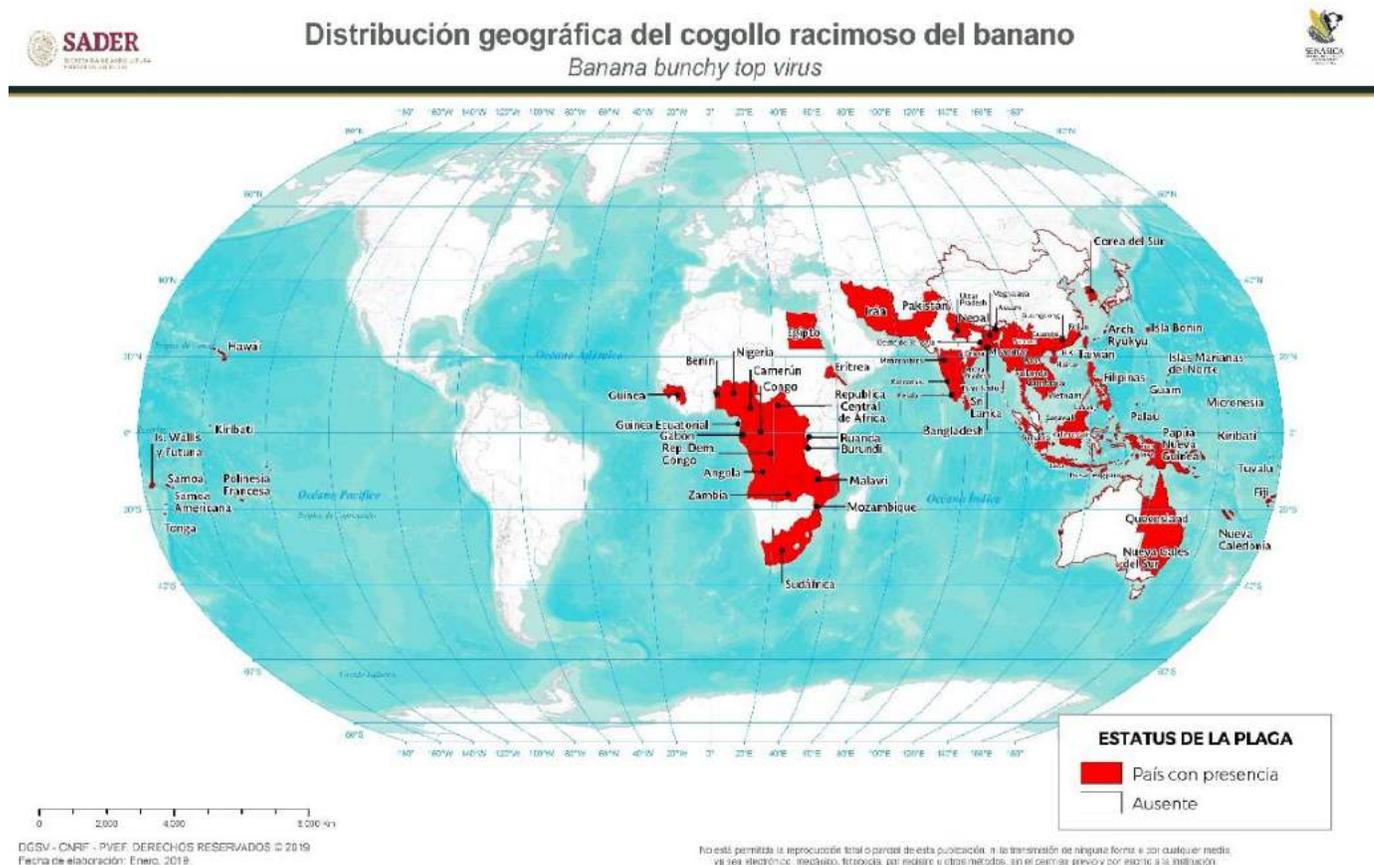


Figura 2. Distribución geográfica de *Banana bunchy top virus*. Fuente: CABI, 2018; APPO, 2018.

HOSPEDANTES

El rango de hospedantes de *Banana bunchy top virus* parece estar limitado a seis especies, de las cuales, cinco pertenecen a la familia Musaceae (*Musa x paradisiaca*, *M. textiles*, *M. banksii*, *Ensete ventricosum*, y *Ensete suberbum* (Selvarajan y Balasubramanian, 2013).

Geering y Thomas (1997), refieren que debido al modo de transmisión persistente de *Banana bunchy top* por el insecto vector, para que una planta sea hospedante potencial del patógeno tiene que ser hospedante del insecto (*Pentalonia nigronervosa*). Este áfido coloniza plantas de las familias Araceae, Commelinaceae, Musaceae y Zingiberaceae, entre las que se encuentran *Elettaria*, *Alpinia*, *Zingiber*, *Colocasia*, *Caladium*, *Costus*, *Dieffenbachia*, *Hedychium* y *Heliconia* (Figura 3). Por otro lado, Dale (1987), señala que todas las especies, y cultivares del género *Musa* son susceptibles a *Banana bunchy top virus*.



Figura 3. Hospedantes: *Musa x paradisiaca*; *Ensete suberbum* (Selvarajan y Balasubramanian, 2013 y Nelson, 2010).

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Ciclo de vida

BBTV es un virus sistémico, una vez que infecta a la planta, se mueve a todas las partes de esta, incluyendo hijuelos y rizomas, sin embargo, si es infectada en edad avanzada, los hijuelos pueden escapar a la infección. El virus es transmitido por *P. nigronervosa* (Hemiptera: Aphididae) (Figura 4), siendo éste el único vector. Los síntomas de la enfermedad aparecen en un periodo de 35-45 días después de la inoculación por el insecto (Figura 5) y se requiere que el áfido se alimente de una planta infectada por un mínimo de 17 horas antes de poder transmitir la enfermedad. El período de adquisición dentro del vector puede variar de 90 minutos a 48 horas, reteniendo la capacidad infectiva aproximadamente por 13 días; *P. nigronervosa* normalmente ataca al hospedante alrededor de la porción basal del pseudotallo, pero algunas veces puede alimentarse de las hojas superiores y pecíolos; el insecto disemina al patógeno a corta distancia (Dale, 1987; Raut y Suvarna, 2004) y transmite el virus de manera semipersistente (Rishi, 2009; Karan *et al.*, 1994).



Figura 4. *Pentalonia nigronervosa*. (Nelson, 2004)

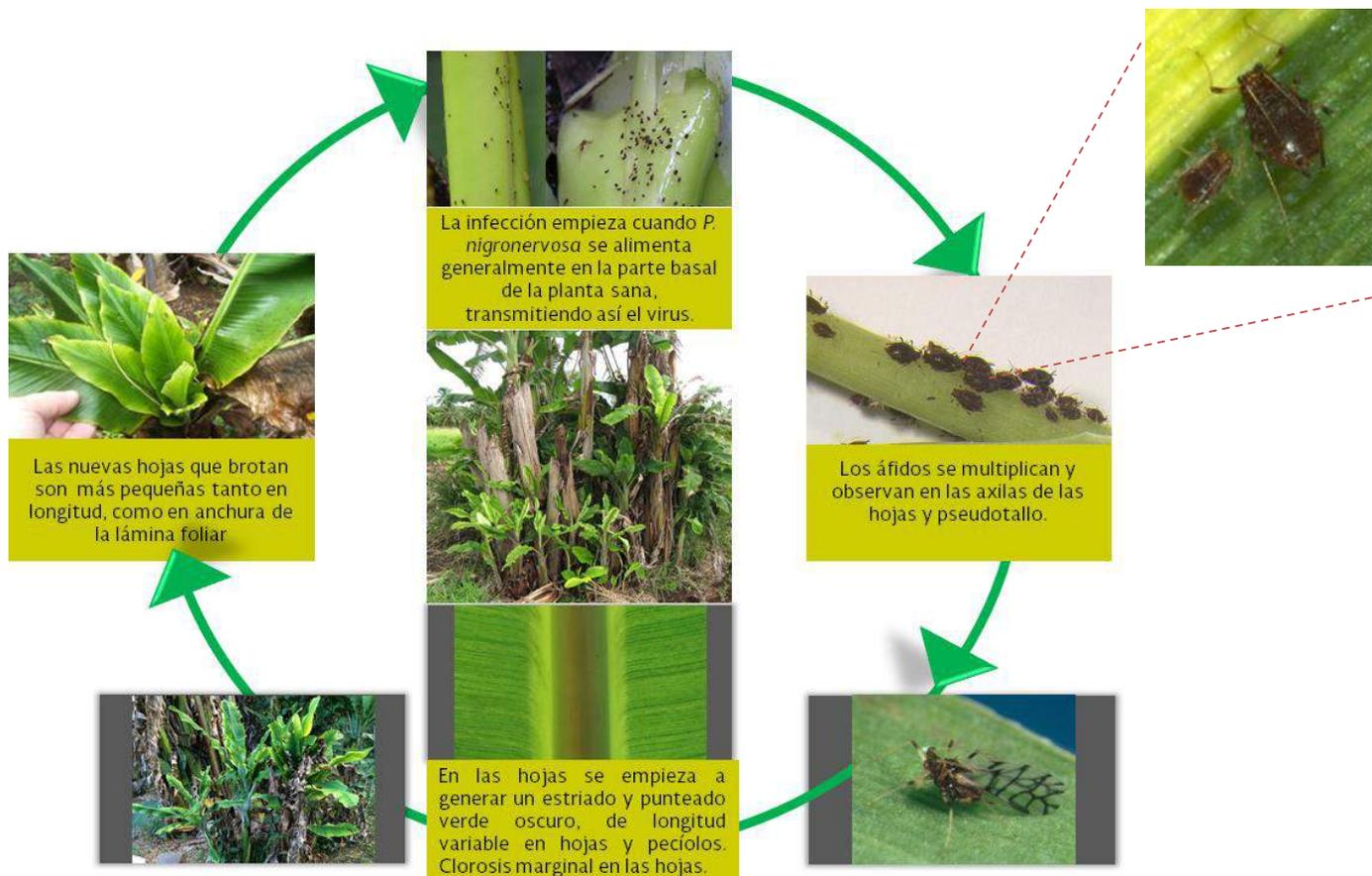


Figura 5. Ciclo de la infección BBTV. (Defesa vegetal.net, s/a., Manzo *et al.*, 2014., Nelson, 2004., Nelson, 2012., Jackson, 2015).

Descripción morfológica

BBTV es un miembro del grupo de los nanovirus, el cual incluye a *Subterranean clover stunt virus* (SCSV), *Faba vean necrotic yellows virus* (FBNYV), *Coconut foliar decay virus* (CFDV) y *Milk vetch dwarf virus* (MDV) (Fauquet *et al.*, 2005).

Los viriones del BBTV son isométricos, con un diámetro de 18-20 nm, posee una capa proteica de 20 000 Mr. coeficiente de sedimentación de 46S y una densidad boyante de 1.29-1.30 g/cm³ en sulfato de cesio (Harding *et al.*, 1991; Fauquet *et al.*, 2005); presenta un genoma multicomponente que consiste de al menos 6 fracciones circulares de ADN, de una sola cadena de 1,000 a 1,100 nucleótidos de largo (Wanitchakorn *et al.*, 2000); en la Figura 6, se

observa que el componente 1 codifica 2 proteínas y los componentes 2 y 6 codifican una proteína cada uno (Burns *et al.*, 1995; Beetham *et al.* 1997), el componente 6 al parecer codifica una proteína de transporte nuclear, mientras que las funciones de los productos de los genes del componente 1, son desconocidas.

Horser *et al.* (2001) refieren que el componente 1 es la unidad replicativa mínima del BBTV y codifica el rep viral “maestro”; así mismo, Wanitchakorn *et al.*, (1997) han demostrado que la proteína de cubierta de BBTV es codificada por el componente.

Por el análisis del genoma de aislamientos de BBTV proveniente de diferentes países, se tiene la evidencia de dos grupos del Pacífico Sur (Proveniente de Australia, Burundi, Egipto, Fiji,

India, Tonga y Samoa Occidental) y el grupo asiático (de Filipinas, Taiwán y Vietnam) (Karan *et al.*, 1994).

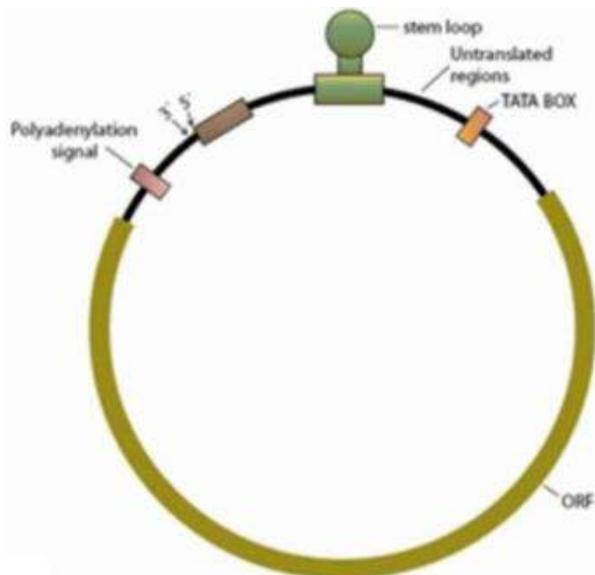


Figura 6. Organizaciones del genoma de BBTV, los seis componentes difieren en lo longitud del marco abierto de lectura, regiones no traducidas y número de señales de poliadenilación (las cuales pueden ser 1, 2 ó 3) Créditos: Agrios, 2005.

DAÑOS Y SÍNTOMAS

Los síntomas causados por BBTV son característicos y fáciles de distinguir de otros virus que afectan al cultivo del plátano (Figuras 7, 8, 9 y 10).

Las plantas pueden ser infectadas en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, presentando diferencias iniciales, entre los síntomas inducidos en plantas infectadas por áfidos y las que son cultivadas con material vegetal propagativo infectado. En plantas infectadas por áfidos, los síntomas usualmente aparecen en la segunda hoja que emerge después de la infección y consisten en unas cuantas rayas de color verde oscuro o puntos en las venas menores en la parte baja de la lámina foliar (similar al Código

Morse), generando líneas en forma de gancho al llegar a la vena central (Figura 7), observándose mejor en el envés de la hoja (Dale, 1987; Nelson, 2006; Plantwise, 2011). Las hojas sucesivas se hacen más pequeñas tanto en longitud como en anchura de la lámina foliar, presentando bordes cloróticos y enrollados hacia arriba (Figura 8) [Plantwise, 2011].

Diversos autores (Dale, 1987; Nelson, 2006; Plantwise, 2011), reportan que los síntomas en hojas se vuelven quebradizas y más erguidas de lo normal, dando a la planta un aspecto de amacollamiento o roseta (Figuras 9 y 10).

Los hijuelos de una planta madre infectada pueden mostrar síntomas severos en la primera hoja a emerger, las hojas se presentan amacolladas, estrechas, cortas y con márgenes muy cloróticos, siendo evidente el patrón de líneas color verde oscuro en las hojas (Dale, 1987; Nelson, 2006; Plantwise, 2011).



Figura 7. Patrones “punto-raya” de color verde oscuro en las venas secundarias, formando ganchos cuando llegan a la nervadura central (Nelson, 2004).

Plantwise (2011) reporta que las hojas sucesivas se hacen más pequeñas tanto en

longitud como en anchura de la lámina foliar, presentando bordes cloróticos y enrollados hacia arriba (Figura 8)



Figura 8. Amarillamiento y rizado de los márgenes foliares en plátano infectado con BBTV (Heu, 2009).



Figura 10. Aspecto de enanismo, hojas cortas, estrechas y verticales. (Markham, 2015).



P. Lepoint, Bioversity

Figura 9. Amacollado, y plantas enanas: hojas cada vez más cortas, estrechas y erguidas. (Lepoint, 2009).

Patógenos u organismos asociados

El *Banana bunchy top virus* está estrechamente asociado con el áfido *Pentalonia nigronervosa* (Hemiptera: Aphididae), ya que éste es el vector de dicho virus.

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Epidemiología de la plaga

La epidemiología básica de BBTV parece ser relativamente simple; el virus es transmitido por el vector, *P. nigronervosa*, y se dispersa a largas distancias principalmente por la movilización de material vegetal propagativo. No se han identificado en forma concluyente hospedantes alternos infectados naturalmente.

En Australia, donde se han hecho la mayoría de este tipo de estudios, se encuentran muy pocas especies silvestres que pudieran ser hospedantes del virus, estas especies se encuentran en la mayoría de las áreas de cultivo de plátano en el sureste y el Pacífico de Asia, siendo un reservorio importante del virus. Existen

reportes de que *Colocasia esculenta* ha sido infectada asintómicamente con BBTV, por tal motivo, esta especie pudiera tener una importancia significativa en la epidemiología de la enfermedad, además de que, se encuentra ampliamente distribuida en las áreas donde ocurre el virus y ha sido reportada como hospedante natural del vector *P. nigronevosa* (Dale, 1987; Geering y Thomas, 1997).

Los estudios de brotes del BBTV en plantaciones comerciales de plátano en Australia, mostraron que la diseminación de la enfermedad por el áfido vector fue tan solo en una distancia de 15.5-17.2 m (Allen, 1978), en Filipinas, Opina y Milloren (1996) demostraron que la mayoría de las nuevas infecciones, fueron adyacentes o muy cercanas a las fuentes primarias de infección.

Prácticamente todos los países productores de plátano que actualmente se encuentran libres de la enfermedad, tienen condiciones favorables para que se presente una epidemia por BBTV, por lo tanto, la introducción del patógeno en la zona de América Central y Sudamérica (donde se encuentran los principales países exportadores de plátano) pudiera ser catastrófica (Dale, 1987).

Sobrevivencia

El BBTV infecta y se multiplica en el floema y savia de *Musa* spp., la diseminación local ocurre cuando el áfido *P. nigronevosa* se alimenta de una planta de plátano infectada, tomando partículas virales con la savia; si el áfido infectado se alimenta de una planta sana el virus se introducirá en ella y la infectará, desarrollando los síntomas característicos. Si la inoculación se da en etapas de desarrollo tempranas, tanto la planta principal como los hijuelos serán infectados.

Dispersión

La diseminación del virus por *P. nigronevosa* está confinada esencialmente a cortas distancias. Como se mencionó anteriormente, el BBTV es un

patógeno sistémico, cuyo principal medio de transmisión es a través de material vegetal propagativo infectado; todas las variedades comerciales del cultivo son propagadas únicamente por material vegetativo, por lo tanto, el riesgo de transmisión del virus por este medio es alto (Dale *et al.*, 2017; Drew *et al.*, 1989; Jackson y Wright, 2005).

Métodos de diagnóstico

El BBTV puede ser detectado serológicamente (mediante las técnicas ELISA) y a través del empleo de sondas de ácido nucleico o reacción en la cadena de la polimerasa (PCR) (convencional) y PCR (tiempo real), también son utilizados los ensayos de hibridación de puntos de ácido nucleico (NASH); extracción de ADN monocatenario, así como utilizando el método CTAB (bromuro de hexadeciltrimetilamonio) (Selvarajan *et al.*, 2011; Iskra *et al.*, 2008).

Chen y Hu, (2013), evaluaron los métodos disponibles para la detección de BBTV, afirmando que éstos pueden llegar a ser laboriosos y propensos a emitir resultados falsos negativos, por lo que se desarrolló un método simple, confiable y de alto rendimiento para detectar BBTV en plantas y áfidos que involucra la ruptura de tejidos mediante PCR en tiempo real, extrayendo ADN monocatenario. Las conclusiones de esta evaluación, arrojaron que, con esta técnica, se detecta de manera rápida y precisa BBTV en plantas de banano, pulgones adultos, áfidos, mielada y hemolinfos del insecto. Este método es sensible y podría utilizarse en estudios sobre retención, replicación y otros parámetros del virus y vector.

MEDIDAS FITOSANITARIAS

Muestreo o monitoreo de la plaga

Las rutas de vigilancia se establecerán en zonas de riesgo, como traspatios, zonas turísticas, centros de acopio, viveros y

almacenamiento, entre otros. En cada uno de los puntos de vigilancia se revisarán al menos 5 plantas en su totalidad y tendrán un periodo de revisión quincenal.

Se realizará el establecimiento de parcelas centinela en predios definidos de al menos una hectárea que se encuentren en sitios de riesgo, para que mediante la revisión mensual se busquen síntomas sospechosos o daños ocasionados por el *Banana bunchy top virus* u otros patógenos del plátano. Se deben de revisar el 100 % de las plantas. La identificación de las parcelas centinela se realizará de acuerdo al anexo 7.1 del Manual Técnico Operativo 2018 de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.

En cuanto a la exploración en áreas de producción, se debe realizar la inspección visual en busca de síntomas que causa el *Banana bunchy top virus* u otros patógenos del plátano; en áreas no mayores a 5 ha. El esquema de muestreo será en método "T" de 20 plantas, el cual considera el efecto epidémico en el bordo y al interior de una plantación, seleccionando 10 plantas de la primera fila y en la planta 5 y 6 se seleccionan 5 plantas hacia el interior de la plantación. Las 20 plantas seleccionadas se evaluarán en forma sistemática 2x2 (una planta sí y una planta no) ó 3x3 (una planta sí y dos plantas no), según el tamaño del predio.

Durante el desarrollo de las actividades de vigilancia de plagas cuarentenarias de plátano, se deben de revisar los brotes tiernos de la planta para identificar la presencia de áfidos, que pueden ser transmisores de *Banana bunchy top virus*; si se llegara a detectar, se debe de realizar la colecta y enviar para diagnóstico al CNRF.

Control cultural

Las cuarentenas es el medio principal para evitar la introducción del BBTV en áreas o regiones libres de la enfermedad. En regiones con problemas del BBTV, se sugiere utilizar material

vegetativo libre de virus en las plantaciones. En Australia donde el patógeno está presente, las plantas infestadas son destruidas de inmediato. El control depende de la detección temprana realizada por personal técnico capacitado, además del uso de material vegetativo sano y esquemas de erradicación intensiva (Department of Agriculture and Fisheries, 2016).

En Hawaii, se realiza la eliminación de plantas infectadas, la remoción de plantas se realiza de manera mecánica, se excava y cortan los cormos y se aplican sustancias químicas aprobadas legalmente para evitar la propagación (University of Hawaii, 2006).

Control biológico

En una investigación se analizó el impacto de la inducción de enzimas de defensa (*Pseudomonas fluorecens* CHA0 y Pf1 combinadas con quitina), la cual fue aplicada en plantas infectadas de banano bajo condiciones de invernadero, con el objetivo de conocer la eficacia en el biocontrol y reducción de BBTV. Posterior a los 7 meses del experimento. Mediante el método de diagnóstico ELISA, se determinó la eficacia de *P. fluorecens* con quitina, debido a que redujo la incidencia de BBTV y aumentó el rendimiento de los racimos de banano (Kavino *et al.*, 2008).

Vijay *et al.*, (2013) refieren la utilización de hongos endófitos para evaluar la actividad fúngica como mecanismos de biocontrol ante la presencia de BBTV. El uso de bacterias como *Pseudomonas* (PF1) y cepas de *Bacillus* (EPB22), han sido inoculadas en el interior de plantas de banana para reducir la incidencia de la BBTV, cuyos resultados han mostrado éxito, al disminuir entre 52-80% la incidencia del patógeno.

Control químico

En algunos países se han utilizado insecticidas para controlar la población de *P. nigronevosa*,

pero el control en la plantación entera no es factible; por lo que es necesario eliminar los insectos que se encuentran en las plantas infectadas antes de que estas sean destruidas, esto para prevenir la diseminación local. Las plantas infectadas y sus hijuelos deben ser completamente asperjados, especialmente en el área del cogollo, para este propósito, se han utilizado emulsiones de keroseno, diesel y aceite mineral y algunos insecticidas como dimetoato, diazinon, acefato y glifosato. Sin embargo, en México para el cultivo del plátano CICOPAFES tiene autorizado el uso de diazinon y acefato como plaguicidas y al glifosato como un herbicida, así mismo, las plantas muertas deben ser arrancadas e incineradas (Dale, 1987; Jackson y Wright, 2005).

El Departamento de Industrias Primarias en Australia (2016), lleva a cabo campañas de erradicación del BBTv, controlando la infestación de áfidos y destruyendo las plantas que muestran la sintomatología. Se realiza un manejo integrado combinado control cultural y químico. Se inyecta la planta con sustancias químicas aprobadas que incluyan imidacloprid como ingrediente activo, además de rociar la plantas con spray que contenga aceite parafínico, el tratamiento se realiza en una periferia de 10 metros radiales a partir de la planta enferma.

Erradicación

En Australia, la enfermedad se mantiene bajo vigilancia estricta por el gobierno, el cual controla la fuente y movilización de material propagativo, expide permisos de siembra para el cultivo de plátano y obliga a la destrucción de plantas con síntomas (Department of Primary Industries, 2016). Todas las especies, cultivares o tipos del género *Musa* son susceptibles a BBTv, por lo que la forma más eficaz de evitar que se presente la enfermedad, es el uso de material propagativo certificado como libre del virus (Dale, 1987). BBTv puede ser controlada, pero no puede erradicarse en plantaciones comerciales (Dale et

al., 2017).

De acuerdo con el International Institute of Tropical Agriculture (2013), actualmente la única opción para el control de BBTv es la detección y erradicación de plantas enfermas tan pronto como sea posible. Es necesario establecer métodos de vigilancia sólidos e implementar técnicas diagnósticas apropiadas en laboratorio y campo, establecer eficientes mecanismos de difusión y estrategias de gestión, crear redes regionales de investigadores, reguladores, extensionistas.

Medidas regulatorias

Banana bunchy top virus no está referido en ninguna Norma Oficial Mexicana, sin embargo, se encuentra incluido en el Listado de Plagas Reglamentadas de México ante la CIPF (CIPF, 2015), así como en el Módulo de Requisitos Fitosanitarios para la importación de esquejes de *Helichysum thianschanicum* originarios y procedentes de España.

A nivel internacional, en Australia se implementaron medidas legislativas para restringir la movilización de material propagativo y destruir las plantas infectadas bajo la supervisión de personal capacitado, con el objetivo de erradicar la enfermedad, lo cual no se ha logrado, pero ha mantenido al patógeno a bajos niveles (Drew et al., 1989).

VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA

El cultivo del plátano se encuentra distribuido en varios estados de la República Mexicana, donde existen las condiciones favorables para el establecimiento del cogollo racimoso del banano. Actualmente, se ejecutan actividades de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para la detección temprana de BBTv, a través de las acciones de área de exploración, parcelas centinela y rutas de vigilancia en los estados de: Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo,



Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (SAGARPA-SENASICA-PVEF, 2017), con el objetivo de detectar de manera oportuna la posible entrada de la enfermedad al país.

La descripción de las estrategias fitosanitarias para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria las podrá consultar en el link <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/AccionOperativaV2.aspx>.

Toma y envío de muestras

La toma de muestras, se llevará a cabo toda vez que, en las inspecciones visuales y las revisiones realizadas en cada una de las estrategias operativas descritas, se encuentren hospedantes que presenten la sintomatología que causa del virus, por lo que una vez identificada, se procederá a la toma y envío de muestra.

La descripción de los manuales de toma y envío de muestras para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria la podrá consultar en el link <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ReporteCiudadanoV2.aspx>.

Alerta fitosanitaria

En adición a las acciones del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para la detección oportuna de focos, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha puesto a disposición pública el teléfono 01 (800) 987 98 79 y el correo electrónico: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx para atender los reportes sobre la posible presencia de brotes emergentes.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R. N. 1978. Spread of Bunchy Top Disease in Established Banana Plantations. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(6): 1223-1233.

Australian Government, 2016. *Banana bunchy top virus*. Pacific pest and Pathogens Fact Sheet. En línea: http://www.pestnet.org/fact_sheets/banana_bunchy_top_121.htm. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Beetham, P. R., Hafner, G. J, Harding, R. M and Dale, J. L. 1997. Two mRNAs are transcribed from *banana bunchy top virus* DNA-1. *Journal of General Virology*, 78(1):229-236.

Burns, T M., Harding R. M., and Dale J. L. 1995. The genome organization of *banana bunchy top virus*: analysis of six ssDNA components. *Journal of General Virology*, 76(6):1471-1482.

CABI, 2018. Crop Protection Compendium. *Banana bunchy top virus*. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8161> Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Chen, Y., Hu, X. 2013. High-throughput detection of *banana bunchy top virus* in banana plants and aphids using real-time TaqMan. Beijing University of Agriculture; Northwest A & F University. En línea: https://www.researchgate.net/publication/273320828_High-throughput_detection_of_banana_bunchy_top_virus_in_banana_plants_and_aphids_using_real-time_TaqMan. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

CIPF. 2018. Lista de Plagas Reglamentadas de México 2018. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF): En línea: <http://www.ippc.int/es/> fecha de consulta: agosto de 2018.

Comité Sistema Producto Plátano Nacional, A.C. (CSPPN). 2015. Capacidad de consumo de banano en el mercado nacional. SAGARPA, México, D.F. P: 2-12.



- CTAHR-UHM.** 2006. Banana Bunchy Top Disease in Hawaii. College of Tropical Agriculture and Human Resources-University of Hawai'i at Mānoa. Consultado en línea en: <http://www.ctahr.hawaii.edu/bbtd/index.asp> p diciembre de 2018.
- DGSV-CNRF.** 2016. Acciones operativas para las plagas bajo vigilancia epidemiológica fitosanitaria 2016. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. SENASICA. Cd. México.
- Dale, J. L.** 1987. *Banana Bunchy Top: An Economically Important Tropical Plant Virus Disease.* Academic Press, Inc. Queensland, Australia, 33: 301-325.
- Dale, J., Yves, J., Dugdale B., Harding, R.** 2017. Modifying Bananas: From Transgenics to Organics?. Centre for Tropical Crops and Biocommodities, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD 4000, Australia. 13p.
- Defesavegetal.net.** 2003. *Pentalonia nigronervosa.* En línea: <http://www.defesavegetal.net/penlni>. Fecha de consulta: diciembre, 2018.
- Department of Agriculture and Fisheries.** 2016. Bunchy top. Queensland Government. En línea: <https://www.daf.qld.gov.au/plants/health-pests-diseases/a-z-significant/bunchy-top-temp-archive>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.
- Department of primary industries NWS.** 2016. *Banana bunchy top virus* control. Plant Biosecurity & Product Integrity Orange. En línea: [http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/499924/Banana-bunchy-top-](http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/499924/Banana-bunchy-top-virus-control.pdf)
- [virus-control.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/499924/Banana-bunchy-top-virus-control.pdf). Fecha de consulta: junio, 2017.
- Dietzgen, R.G., Thomas, J.E.** 1991. Properties of virus-like particles associated with banana bunchy top disease in Hawaii, Indonesia and Tonga. *Australasian Plant Pathology*, 20(4):161-165.
- DOF.** 2012. Aviso de cancelación de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos mínimos aplicables a situaciones generales que deberán cumplir los vegetales, sus productos y subproductos que se pretendan importar cuando éstos no estén establecidos en una norma oficial específica. Diario Oficial de la Federación, México, D. F.
- Drew, R. A., Moisaner, J. A., and Smith, M. K.** 1989. The transmission of *banana bunchy top virus* in micropropagated bananas. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, the Netherlands, 16: 187-193.
- EPPO.** 2018. *Banana bunchy top virus* database on quarantine pests (available online). <http://www.eppo.int>. European and Mediterranean Plant Protection Organization. En línea: <http://www.eppo.int> Fecha de consulta diciembre, 2018.
- FAO-IPPC.** 2016. Occurrence of Banana Bunch Top Disease (BBTV) in Mozambique. Food and Agriculture Organization of the United Nation- International Plant Protection Compendium. En línea: <https://www.ippc.int/en/countries/mozambique/pestreports/2016/12/confirmation-of-occurrence-of-banana-bunch-top-disease-bbttv-in-mozambique/>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.
- Fauquet, C. M., Mayo, M. A., Maniloff, J.,**



- Desselberger, U., and Ball, L. A. 2005. Virus Taxonomy, Clasification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Virology Division International Union of Microbiological Societies. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA.
- Geering**, A. D W., and Thomas, J. E. 1997. Search for alternative hosts of *banana bunchy top virus* in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 26:250-254.
- Harding**, R. M., Burns, T. M., and Dale, J. L. 1991. Virus-like particles associated with banana bunchy top disease contain small single-stranded DNA. *Journal of General Virology*, 72: 225-230.
- Heu**, R. 2009. Two Banana Diseases Spread in Africa. En línea: <https://feww.wordpress.com/2009/08/26/two-banana-diseases-spread-in-africa/>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.
- Hu**, J. S, Xu MQ, Wu ZC, Wang M, 1993. Detection of *banana bunchy top virus* in Hawaii. *Plant Disease*, 77(9):952.
- Horser**, C. L., Harding R. M., Dale J. L. 2001. *Banana bunchy top* nanovirus DNA-1 encodes the 'master' replication initiation protein. *Journal of General Virology*, 82(2):459-464; 24.
- ICAR**, 2013. Crop Banana. Central Coastal Agricultural Research Institute. En línea: <http://www.ccari.res.in/dss/banana.html>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.
- ICTV**. 2014. Virus Taxonomy: 2013 release. International Committee on Taxonomy of Virus. <http://www.ictvonline.org/virusTaxonomy.asp> diciembre de 2018.
- IPPC**. 2017. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 8. Determination of pest status in an area. International Plant Convention (IPPC). En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/06/ISPM_08_1998_Es_2017-04-22_PostCPM12_InkAm.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- IPPC**. 2018. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 5. Glossary of Phytosanitary Terms. International Plant Convention (IPPC). En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Jackson**, G.V.H., and Wright, J.G. 2005. Pest Advisory No. 2. Banana Bunchy Top. Plant Protection Service. Secretariat of the Pacific Community. 4p.
- Jackson** G. 2015. Banana Bunchy Top (121). Pacific Pests and Pathogens Fact Sheet. Australian Government. Australian Centre for International Agricultural Research. En línea: http://www.pestnet.org/fact_sheets/banana_bunchy_top_121.htm. Fecha de consulta: enero, 2019.
- Jones**, D. R. 1994. Risk involved in the transfer of banana and plantain germplasm *In: The improvement and testing of Musa: a Global Partnership. Proceedings of the First Global Conference of the International Musa Testing Program.* Jones, D. R. (ed). FHIA, Honduras, 27-30 April 1994. INIBAP. Montpellier, France.
- Karan**, M., Harding, R. M., and Dale, J. L. 1994. Evidence for two groups of *banana bunchy top virus* isolates. *Journal of General*



Virology, 75:3541-3546.

Kavino, M., Harish, S., Kumar, N., Saravanakumar, D., & Samiyappan, R. (2008). Induction of systemic resistance in banana (*Musa spp.*) against *Banana bunchy top virus* (BBTV) by combining chitin with root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHA0. *European journal of plant pathology*, 120(4), 353-362. En línea:

https://www.researchgate.net/publication/225572117_Induction_of_systemic_resistance_in_banana_Musa_spp_against_Banana_bunchy_top_virus_BBTV_by_combining_chitin_with_root-colonizing_Pseudomonas_fluorescens_strain_CHA0. Fecha de consulta diciembre de 2018

Manzo, S.G., Orozco, S.M., Martínez B.L., Canto, C.B. 2014. Diseases of quarantine and economic importance in banana tree (*Musa sp.*) in Mexico. *Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, A.* En línea: https://www.researchgate.net/publication/303811700_Diseases_of_quarantine_and_economic_importance_in_banana_tree_Musa_sp_in_Mexico. Fecha de consulta: 27 de mayo de 2017.

Markham, R. 2015. *Banana Bunchy Top (121)*. *Pacific Pests and Pathogens Fact Sheet*. Australian Government. Australian Centre for International Agricultural Research. En línea: http://www.pestnet.org/fact_sheets/banana_bunchy_top_121.htm. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Mexbest, 2017: *Safety and Quality Taste*. Mexican Agricultural Exporters Directory. Consejo Nacional Agropecuario. Pp 136.

Nelson, S. 2004. *Banana Bunchy Top: Detailed*

Signs and Symptoms. UH-CTAHR Cooperative Extension Service. Cooperative Extension Service. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii At Manoa. En línea: <https://www.ctahr.hawaii.edu/bbtd/downloads/BBTV-details.pdf>. Fecha de consulta: Agosto, 2017.

Nelson, S. 2006. *Banana Bunchy Top Disease in Hawaii*. University of Hawaii and Hawaii Department of Agriculture. www.ctahr.hawaii.edu/bbtd Fecha de consulta diciembre de 2018.

Nelson, S. 2006. *Flower Mottling*, University of Hawaii. En línea: https://www.ctahr.hawaii.edu/bbtd/mottled_flowers.asp; <http://www.musarama.org/en/image/banana-aphid-159.html>: Fecha de consulta. diciembre de 2018.

Lepoint, P. 2009. *Bunchy top - advanced symptoms*. Bioersivity International. En línea: <http://www.musarama.org/en/image/bbtd-symptoms-82.html>. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Opina, O S., and Milloren, H. J. L. 1996. Dynamics of banana bunchy top within commercial populations of banana (*Musa sp.*) cv Lakatan. *Philippine Phytopathology*, 32(2): 75-82.

Plantwise. 2011. *Bunchy top of banana*. Centre for Agriculture and Biosciences international. Consultado en línea el 11 de octubre de 2011 en: http://www.plantwise.org/?d_sid=8161&-loadmodule=plantwisedata-sheet&page=4270&site=234.

Raut, S. P., and Suvarna, R. 2004. *Diseases of Banana and their Management*. *Diseases*



of Fruits and Vegetables vol. II: 37-52. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, II: 37-52.

Rishi, N. 2009. Significant plant virus diseases in india and glimpse of modern disease management tech- nology. J. Gen. Pathol., 75: 1-18.

SADER-SENASICA. 2019. Módulo de Requisitos Fitosanitarios. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). En línea: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/> Fecha de consulta: diciembre de 2018.

SAGARPA-SENASICA-PVEF. 2017. Programa de trabajo de Vigilancia Epidemiológica Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF). En línea: <http://sinavef.senasica.gob.mx>.

Selvarajan, R., Balasubramanian, V., Sheeba M.M., Mustafa M.M. 2011. Virus-indexing technology for production of quality banana planting material: A boon to the tissue-culture industry and banana growers in India. Indian Council of Agricultural Research. En línea: https://www.researchgate.net/publication/284023657_Virus-indexing_technology_for_production_of_q uality_banana_planting_material_A_boon_to_the_tissue-culture_industry_and_banana_growers_in_India. Fecha de consulta diciembre de 2018.

Selvarajan, R., Balasubramanian, V. 2013. Natural Occurrence of *Banana bunchy top*

virus in *Ensetesuperbum* in India. Molecular Virology Lab, Division of Crop Protection, National Research Centre for Banana, Thogamalai Road Thayanur Post, Tiruchirapalli, 620102 Tamil Nadu India. En línea: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3650198/>. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2017.

SENASICA-SADER. 2019. 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: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/> : Fecha de consulta: enero de 2019.

SENASICA-SAGARPA-PVEF. 2017. Manual Técnico. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

Shankar, A.K y Mondal, A. 2016. Integrated Pest Management in Banana. Division of Entomology. *Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir.* En línea: https://www.researchgate.net/publication/297737493_Integrated_Pest_Management_in_Banana. Fecha de consulta: diciembre de 2018.

Shelake, R. M., Senthil, K. T. and Angappan, K. 2013. PCR Detection of *Banana Bunchy Top Virus* (BBTV) at Tissue Culture Level for the Production of Virus-free Planting Materials. Int. Res. J. Biological Sci. 2(6), 22-26.

SIAP. 2019. Cierre de producción agrícola por cultivo (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP),



Secretaría de Agricultura, Ganadería,
Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
(SAGARPA). En Línea:
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
Fecha de consulta: enero de 2019.

Thomas, J. E., Iskra-Caruana, M. L., and Jones,
D. R. 1994. Banana bunchy top disease.
Musa Disease fact Sheet No. 4. INIBAP.
Montpellier, France.

University of Hawaii. 2006. *Banana Bunchy top
virus*. Department of Agriculture. En Línea:
<https://www.ctahr.hawaii.edu/bbtd/>. Fecha
de consulta: 20-de mayo de 2017.

Vijay, C., Verma, Alan C., Gange. 2013.
Advances in Endophytic Research.
Springer Science & Business Media, 12
nov. 2013 - 454 p. En línea:
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-81-322-1575-2>. Fecha de consulta:
diciembre de 2018.

Wanitchakorn, R., Hafner, G. J., Harding, R. M
and Dale, J. L. 2000. Functional analysis of
proteins encoded by *banana bunchy top
virus* DNA-4 to -6. Journal of General
Virology, 81: 299-306.

Wanitchakorn, R., Harding, R. M., and Dale, J. L.
1997. *Banana bunchy top virus* DNA-3
encodes the viral coat protein. Archives of
Virology, 142:1673-1680.

Forma recomendada de citar:

SENASICA. 2019. Cogollo racimoso del banano
(*Banana bunchy top virus*). Dirección
General de Sanidad Vegetal-Programa de
Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.
Cd. de México. Ficha Técnica No. 31. 18 p.