

Diseminación de bacterias, virus y viroides mediante semillas, portainjertos, varetas y plantas

Dr. Ramiro González Garza
Biociencia, S. A. de C. V.
Email: biociencia01@prodigy.net.mx

Los viveros son los sitios ideales para la diseminación de todo tipo de enfermedades parasíticas, disturbios genéticos y plagas. El monocultivo generado en un vivero, aunado a la alta concentración de plantas, con proximidades de centímetros unas de otras, con sus hojas y muchas veces sus raíces entrelazadas, propicia una condición ideal para la diseminación de patógenos y plagas. Por otro lado, la propagación vegetativa realizada en gran escala y por personal poco capacitado en la problemática de las enfermedades de los cítricos, es muy común el que se trasmitan enfermedades y disturbios genéticos de las plantas donadoras de yemas, a las plantas en propagación.

Es responsabilidad del viverista el entregar una planta sana, “dentro de el tipo” de la variedad correspondiente y con el vigor necesario, de tal forma que el usuario final, no vea mermado sus intereses a largo plazo, durante la vida útil de la planta que adquirió y pagó por ella. Con los conocimientos que hay en la actualidad sobre la producción de plantas de cítricos libres de enfermedades, no se justifica que por ninguna causa, el viverista entregue en venta, una planta enferma, “fuera del tipo” de su variedad o falta de vigor, sin el conocimiento del comprador. Así como el estado Mexicano exige que el productor de una medicina o vacuna, humana o veterinaria, tenga estándares internacionales de calidad, para salvaguardar los intereses del usuario, con esta mismo criterio, se debe de proceder con el que produzca una planta de vivero, los intereses de un agricultor son tan importantes, como el de cualquier otro ciudadano y debe de contar con el mismo respaldo del estado.

Los cítricos son los frutales que probablemente alberguen la mayor cantidad de enfermedades, estas pueden atacar a la semilla desde que está dentro del fruto, una vez que es extraída del mismo; a la plántula en el almácigo; a la planta ya establecida en todos sus tejidos, raíz, tronco, ramas, hojas, flores y frutos. Todos los grupos de patógenos están presentes con uno o varios de sus miembros atacando a los cítricos, entre los que podemos citar: Fitoplasmas, Espiroplamas, Bacterias, Hongos, Virus, Viroides, Algas y Nematodos.

En México están presentes muchas y muy importantes enfermedades de los cítricos en las diferentes localidades productoras del país, pero también muchas otras devastadoras enfermedades que los afectan en otras partes del mundo, no están presentes en México, por lo que es muy importante conocer lo que tenemos y

prevenir por todos los medios, a que no llegue a nuestro país, las enfermedades que todavía no tenemos.

Enfermedades causadas por bacterias

Existen varias enfermedades presentes en otras partes del mundo, de extrema peligrosidad para los cítricos causadas por prokariotes, que afortunadamente no hemos detectado su presencia en México.

Cancer de los cítricos.- Es causado por la bacteria *Xanthomonas campestris* con varios patovares y variantes de estos mismos patovares, siendo la más severa y más distribuida mundialmente la asiática *X. c. pv. citri*; la cual está presente en todo Asia, Africa, en las islas del océano pacífico e Índico y en América en Brasil, Argentina y en la Florida E. U. A. acaba de ser considerada epidémica en el estado, sin posibilidades de erradicación.

Las lesiones del cáncer de los cítricos comienzan como manchitas de 2-10 mm de diámetro, el tamaño de las lesiones depende del huésped y de la edad del tejido infectado. Las lesiones originalmente son circulares, pero con el tiempo se tornan irregulares. El minador asiático de la hoja (*Phyllocnistis citrella*), incrementa notablemente el número de lesiones individuales que rápidamente coalescen y forman lesiones largas a lo largo de las galerías del insecto.

El síntoma característico de la enfermedad en las hojas, es el halo amarillo que rodea a las lesiones, sin embargo, este halo tiende a desaparecer conforme envejece la lesión. Otro síntoma útil del cancro es el margen acuoso de las lesiones que es fácilmente visto con luz transmitida.

X. campestris pv *citri* (Hasse) Dye es una bacteria en forma de bastón, Gram negativa, con un flagelo polar. Su crecimiento es obligadamente aeróbico, las colonias son amarilla como resultado de la producción del pigmento xanthomonadin.

Huanglongbing (Greening).- Huanglongbing, antes llamado "Greening" es una enfermedad muy destructiva, causada por una bacteria todavía no cultivada, restringida al floema de los cítricos, perteneciente a la subdivisión alpha-proteobacteria tentativamente llamada *Candidatus Liberobacter* spp. La enfermedad es probablemente originaria de China y afecta seriamente la producción citrícola de Asia, India, Península Arábiga, Africa y actualmente la enfermedad ya está presente en Brasil. No se ha detectado su presencia en México, aunque uno de sus vectores *Diaphorina citri* si está presente.

La bacteria afecta a todas especies de cítricos, cultivares, sus híbridos y algunos parientes de los cítricos. Los naranos dulces, mandarinas y sus híbridos son

severamente afectados. Las toronjas, lima Rangpur, limones, calamondins y pomelos muestran síntomas menos severos. El limón mexicano, naranjo trifoliado y los trifoliados híbridos son más tolerantes al huanglongbing.

El síntoma primario es la aparición de brotes amarillos en el árbol, de allí el nombre de “huanglongbieng” (enfermedad del dragón amarillo), la bacteria se mueve muy lento en el árbol, hasta que abarca el amarillamiento a toda la copa. Los árboles infectados crónicamente lucen parcialmente defoliados y muestran extensiva muerte regresiva. El amarillamiento general del árbol es debido a la presencia de hojas amarillo pálido, así como hojas con manchas moteadas y de tamaño reducido. Los frutos de los árboles afectados, son pequeños, en forma de bellota y poco coloreados, por ello el nombre de greening.

Hunabgkibgbing es transmitido por dos especies de psílicos. Una especie, *Trioza erytrea* ocurre en África, Yemen, Madagascar y en islas del océano Índico y es la responsable de diseminar *Candidatus Liberobacter africanus*, este vector no sobrevive en climas calientes y secos y el vector *Diaphorina citri* está distribuido en toda Asia, continente indio, Arabia Saudita y en América de sur, Centro y Norteamérica.

Stubborn de los cítricos.- Es una enfermedad muy importante primeramente sobre árboles jóvenes en ciertas áreas calientes y desérticas, incluyendo California, Norte de África, Este del bacín Mediterráneo y el Medio Oriente. La enfermedad no es letal, pero cuando infecta a árboles jóvenes les produce un achaparramiento muy severo. Las hojas aparecen moteadas con clorosis en las venas, sin embargo estos síntomas pueden ser confundidos con ahorcamiento del tallo o deficiencias nutricionales. Los frutos son pocos pequeños, y normalmente no colorean en el lado del pedúnculo al madurar, tienen forma de bellota y semillas abortadas al igual que en huanglongbing.

Spiroplasma citri es el agente causal de la enfermedad y ha sido encontrado en 18 otras plantas dicotiledonias y una monocotiledonia. En áreas donde ocurre el stubborn, los cítricos son solo uno de los muchos huéspedes que pueden ser infectados. Las células de *S. citri* son helicoidales y móviles en medio líquido o sólido. El patógeno no se trasmite por semilla ni mecánicamente.

La diseminación natural de stubborn es llevada a cabo por varias especies de chicharritas. *Scaphitopius nitridus* y *Circulifer tenellus* son los vectores conocidos en el suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica. *C. hematoceps* es el principal vector en el área del mediterráneo.

Clorosis Variegada de los cítricos.- La clorosis variegada de los cítricos (CVC) es uno de los factores limitantes a la producción cítrica del Brasil en los últimos años. La enfermedad fue inicialmente descrita en 1987 en la región Noroeste del estado de

Sao Paulo y actualmente ha sido reportada en todas las áreas cítricas de Brasil y también ha sido reportada en Argentina, Paraguay y el año pasado en la Florida, E. U. A.

Todos los cítricos, sus especies, variedades e híbridos son susceptibles al CVC. Las naranjas dulces son las más susceptibles, toronjas, mandarinas y sus híbridos y limas son menos sensibles. Lima Rangpur, limones, citrón y pomelo son tolerantes a la enfermedad. La enfermedad raramente es letal, pero los cultivares susceptibles son improductivos.

El principal síntoma de la enfermedad es una marcada clorosis en las hojas, en los espacios intervenales, con manchas oscuras visibles en el envés y áreas cloróticas en el haz. En estadíos tempranos los síntomas semejan deficiencias de zinc en las hojas. La decoloración de las áreas afectadas se intensifica, el tejido comienza a secarse. Las manchas generalmente se alargan hacia los márgenes y organismos secundarios pueden invadir las lesiones e incrementar los daños en las hojas sintomáticas.

El agente causal del CVC es la bacteria limitada al xilema, Gram negativa *Xylella fastidiosa* Wells et al, la misma bacteria que causa importantes enfermedades en otros cultivos como, la enfermedad de Pierce de la vid, hoja quemada del ciruelo, hoja corchosa del encino, almendro, cicamoro y café. Hay cierto grado de especialización en la bacteria, un aislamiento de *Xylella fastidiosa* puede causar enfermedad solo en un tipo de huésped. Las células bacterianas tienen triple pared celular corrugada y pueden ser aisladas en medios especializados.

La diseminación natural de *X. fastidiosa* ocurre por medio de varias especies que se alimentan del xilema de chicharritas y de cercópodos de la familia *Cicadellidae* y *Cercopidae*. *Acrogonia gracilis*, *Oncometopia facialis*, *Dilobopterus costalimai*, *Plesiommata corniculata* y *Bucephalagonia xanthopis* son vectores conocidos en Brasil.

Enfermedades causadas por virus y viroides

Psorosis.- Fue la primera enfermedad viral de los cítricos descrita y transmitida por injerto por el Dr. Fawcett H. S. en 1938 en Riverside, California, dio lugar al primer programa de erradicación y fue la primera enfermedad de los cítricos en la que se usó el indexado biológico para su detección por el trabajo del Dr. J. M. Wallace, reduciendo el tiempo de 10 o más años a varias semanas (Roistacher C. N 2004).

Es una enfermedad de avance lento, a veces tarda 10 a 20 años en expresar los síntomas. Todas las especies de cítricos son susceptibles y está presente en todas

las áreas citrícolas de México. El síntoma más típico de la enfermedad es el descortezamiento del árbol en forma de escamas, localizadas o generalizado en el tronco o sus ramas. Los árboles se tornan improductivos al poco tiempo de presentarse la enfermedad.

El virus asociado con la psorosis es un virus multicomponente de ARN de cadena simple, las partículas son filamentosas espiraladas y pertenece al género Spirovirus (Timmer L. W. et al 2002). La identificación de psorosis se realiza por indexado biológico utilizando plántulas de naranjo dulce, mandarina y tangor Dweet, también se puede utilizar el método molecular reversotranscripción y reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR).

La enfermedad se ha eliminado con éxito utilizando clones nucleares y el micro injerto *in vitro* y termoterapia. Los árboles productores de semilla para porta injertos, deben también de ser indexados porque existen reportes de posible trasmisión por semilla del virus. La desinfección de la herramienta de poda y de injerto con hipoclorito de sodio elimina el contagio accidental entre árboles.

Exocortis.- Esta enfermedad esta distribuida en todas las áreas citrícolas de México, aproximadamente el 50% de los árboles están infectados, pero como nuestra citricultura esta basada en el uso del porta injerto tolerante de naranjo agrio, no hay síntomas visibles en los árboles. Los patrones trifoliados, citranges, lima Rangpur, las limas dulces y las cidras son susceptibles a la enfermedad.

En los árboles susceptibles la enfermedad produce un descortezamiento en el tronco que afecta severamente la producción, aunque raramente mueren. El indexado biológico se realiza con la cidra Etrog (USDCS No. 60-13, Arizona 186 y mediante técnicas moleculares por RT-PCR.

La enfermedad es producida por un viroide, que es una molécula desnuda de ARN de cadena simple. Se trasmite rápidamente en forma mecánica de árbol a árbol con el uso de herramienta contaminada. Su erradicación es por medio de árboles nucleares o mediante la técnica de microinjerto. Su diseminación se evita desinfectando la herramienta de poda e injerto, con hipoclorito de sodio al 1% de ingrediente activo. (Timmer. L. W. et al 2001) (el cloro comercial trae el 6% de i.a., para tenerlo al 1% hay que usar 16.6 ml de cloro comercial y diluirlo a 100 ml con agua pura)

Cachexia (Xyloporosis).- Es una enfermedad causada por un viroide que afecta a los mandarinos y algunos híbridos de mandarina (tangores y tangelos), alemows, lima Rangpur y kumquat. Los problemas se presentan cuando se injerta una yema infectada en patrón sensible, o cuando se sobre injerta sobre patrón infectado. La

cachexia fue descrita en 1948 como decoloración, gomosis y decoloración de los tejidos del floema, picado de madera y agrietado de corteza en tangelo Orlando.

El agente causal es también un viroide perteneciente al grupo II de los cítricos, que a su vez son variantes del grupo del viroide del raquitismo del lúpulo.

La transmisión y el control de este viroide es similar al del viroide de la exocortis.

Tristeza de los Cítricos.- Es sin duda la enfermedad más devastadora de los cítricos injertados en naranjo agrio a nivel mundial. Es originaria de Asia y de allí se ha diseminado a todo el mundo por medio de plantas o material vegetativo infectado. Se estima que a la fecha, Tristeza ha matado 100;000,000 (cien millones de árboles) en todo el mundo (Roman M. P. *et al* 2004).

La tristeza es una enfermedad de unión de patrón injerto, tanto el naranjo dulce como el naranjo agrio creciendo en su propio pié (pié franco) son tolerantes a la enfermedad. El agente causante de la enfermedad es el *Virus de la Tristeza de los Cítricos* un miembro de la familia *Clostriviridae* transmitido por varias especies de afidos y su vector principal es *Toxoptera citricida*. Un árbol sensible a Tristeza es una combinación de dos asociados, separados por una unión, un injerto de naranjo dulce (y muchas otras especies de cítricos e híbridos) y un patrón de naranjo agrio.

Hasta 1981 se suponía que en México no existían árboles infectados con tristeza de los cítricos. En ese tiempo, utilizando la recién descubierta técnica de ELISA y con los antisueros contra el virus de la Tristeza de los Cítricos, también de reciente creación y con la ayuda y asesoría del Dr. S. M- Garsey del USDA, ARS de Orlando, Florida, se detectaron los primeros 2 árboles infectados con el virus en el estado de Tamaulipas. Se muestreó toda la huerta y no se detectó en virus en los árboles vecinos, es decir, no existió movimiento por vectores ni por otro medio de transmisión.

El control de la tristeza se ha basado en el reemplazo del patrón de naranjo agrio por otro patrón que de una combinación tolerante con naranjo dulce y otras especies de cítricos, un proceso que ha tomado muchos años. Tales especies de patrones tolerantes alternativos incluyen al naranjo trifoliado y sus híbridos (citranges y citrumelos), mandarina Cleopatra, mandarina Sunki, limón Volkameriano, y lima Rangpur.

Existen muchas razas o aislamientos destructivos de tristeza en diversas partes del mundo que afectan a los que se consideraban anteriormente patrones tolerantes, entre las que podemos citar las siguientes: Picado del tallo en toronja en Sudáfrica, Australia y Japón; Aislamiento de Cañao Bonito sobre naranjo dulce en Brasil; picado del tallo 12-B que ataca naranjo dulce en California; Raza severa que produce picado

del tallo en naranja dulce en Australia y aparentemente un nuevo aislamiento afectando a naranja dulce sobre lima Rangpur en Brasil llamado Muerte súbita de los cítricos.

En México el pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* ya entró por el sureste y se diseminó por toda la península, por lo que considero que en muy poco tiempo lo tendremos distribuido en todas las áreas citrícolas del país. La transmisión del virus por este pulgón es de forma semipersistente, por lo que el áfido dura infectivo solo algunas horas, así que la posibilidad de que llegara infectivo es poca. El programa nacional de erradicación de árboles cítricos infectados con tristeza llevado a cabo por el gobierno federal, debe de ayudar si se ha llevado correctamente, cuando menos a retrasar la epifitía de la enfermedad en el país.

Ese tiempo ganado nos ha servido para la implementación del programa nacional de reconversión citrícola del país con el uso de patrones tolerantes a tristeza y que nos ha dado la oportunidad de ir mejorando y extendiendo, el programa nacional de certificación de cítricos libres de virus.

La protección cruzada es otra posibilidad de control que no ha sido investigada en México a pesar de que se esta utilizando regularmente en muchas partes del mundo como Brasil, Sudáfrica, Australia, Japón, India y Venezuela entre otros.

Otra estrategia de control que es altamente promisoría es la Ingeniería Genética, usando diferentes partes del genoma del virus clonado en el genoma de los cítricos para inducir resistencia al mismo virus. Los trabajos en México se han iniciado hace tiempo en el CINVESTAV bajo la dirección del Dr. Juan Pablo Martínez Soriano.

Enfermedades de etiología desconocida

Amachamiento.- Esta enfermedad se presenta principalmente en el estado de Veracruz. Los árboles afectados tienen un hábito de crecimiento erecto y poco follaje, sus hojas son pequeñas con una posición vertical y entrenudos cortos. Los pocos frutos que producen son grandes, de cáscara rugosa y gruesa, con abundantes semillas abortivas. Generalmente los árboles afectados por amachamiento florecen más que los sanos, sin embargo, son más susceptibles a la caída de flor y su cosecha se reduce considerablemente.

No se conoce la etiología de la enfermedad, pero se han descartado en daño por nematodos y el declinamiento o blight de los cítricos (Orozco, S. M. 1995).

Amarillamiento letal del limón persa.- A partir de 1989 se detectó en el norte de Veracruz una enfermedad en árboles de limón Persa (*C. latifolia* Tanaka), injertados

en naranjo agrio, al cual se le denominó Amarillamiento Letal (Orozco, S. M. 1995). La enfermedad se presenta como un aclaramiento de las nervaduras del follaje, en algunas ramas y ocasionalmente moteados, el síntoma avanza lentamente al resto del árbol, el cual se torna completamente clorótico y bajo estrés hídrico se defolia. Los frutos son de color verde amarillento, en lugar de verde oscuro del fruto normal.

Hasta el momento se desconoce el agente causal de esta enfermedad.

Enfermedades potenciales para México

Existen muchas y muy serias enfermedades en el mundo que no están presentes en México y muchas otras que irán a aparecer en un futuro aquí y en otros lados, por mutaciones de la ya existentes en el cultivo, o que pasen de otros cultivos a los cítricos. La evolución orgánica no puede parar y la resistencia obtenida contra una enfermedad, ejerce una nueva presión de selección para los patógenos, que en un futuro, cercano o lejano, la van a superar y van a formar una nueva raza, biotipo, selección o como el humano la quiera llamar, que va a poder parasitar a la que anteriormente era una variedad resistente. Aparentemente, la nueva y devastadora enfermedad que apareció en 1999 en Brasil, llamada Muerte Súbita del los Cítricos y que afecta a los naranjos injertados en patrón de Lima Rangpur, patrón resistente al Virus de la Tristeza y que ha matado 1;000,000 (un millón) de árboles hasta el año 2003, no es más que una nueva raza del Virus de la Tristeza de los Cítricos. Esta historia de seguro volverá a repetirse en un futuro, con nuevas enfermedades, variantes de las ya existentes, que afectarán a las nuevas variedades o selecciones resistentes que vayamos produciendo.

Lo más importante para poder seguir subsistiendo con nuestra citricultura, es no bajar la guardia y tener personal científico entrenándose constantemente, en contacto y en cooperación con la comunidad científica internacional, en forma personal o mediante las sociedades científicas, en especial para este cultivo, la Sociedad Internacional de Citricultura y la Organización Internacional de Virólogos de los Cítricos y a través de ellos, monitorear al mundo, estar pendientes de que las nuevas enfermedades que van apareciendo, no lleguen a México y las que aparezcan aquí, que sin duda las habrá, no lleguen a otros países, con una conciencia y ética clara de cooperación.

Entre las enfermedades que tenemos la obligación de cuidarnos que no lleguen a México, están la comentada **Muerte Súbita de los Cítricos** de Brasil, causada por aparentemente una nueva raza del Virus de la tristeza; la **Leprosis** de los Cítricos que está presente en el vecino país de Guatemala, causada por un miembro de los Rhabdovirus y transmitida por el ácaro *Brevipalpus* sp La enfermedad conocida como **Huanglongbing** (greening), presente en Asia y Africa causada por la bacteria *Liberobacter*, transmitida por el psilido *Trioza erytreae* en el continente africano y

Diaphorina citri en Asia. La enfermedad **Clorosis Variegada de los Cítricos**, causando un fuerte problema en Brasil y ocasionada por la bacteria *Xylella fastidiosa* transmitido por diferentes géneros y especies de cicadélidos, que muy probablemente haya pasado del cultivo del café a los cítricos; la **Escoba de Bruja del limón** causada por un Fitoplasma y presente en el Medio Oriente y muchas otras enfermedades todavía no caracterizadas como: **“Virus” de las Naranjas Navel de Algeria; Ramas Quebradizas Amarillas** (Brittle Swing Yellows); **Moteado Amarillo de los Cítricos** (Citrus Yellows Mottle); **hoja cuerosa** (Leathery leaf) y muchas otras más que sin duda serán problema en un futuro.

Bibliografía citada.

- Orozco, S. M. 1995. Enfermedades presentes y potenciales de los cítricos en México. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 150 p.
- Roistacher C. M., 2004. Psorosis Part 1. En internet [.http://www.ecoport.org/learning.htm](http://www.ecoport.org/learning.htm)
- Roman, M. P., M. Cambra, J. Juárez, P. Moreno, N. Durán-Villa, F. A. O. Tanaka, E. Alves, E. W. Kitajima, P. T. Yamamoto, B. Bassanezi, D. C. Teixeira, W. C. Jesús Junior, A. J. Ayves, G. N. Jiménez-Fernandez, F. Rabestein, L. F. Giotto, J. M. Bove. 2004. Sudden death of citrus in Brasil: a Grafo-transmissible bud union disease. Plant Disease. Vol. 88 No.5 453-467.
- Timmer, L. W. S. M. Garnsey, J. H. Graham. 2002. Plagas y enfermedades de los cítricos. Second edition. Ediciones mundial Prensa. Madrid, España. 95 p.
- Whiteside, J. O. S. M. Garnsey, L. W. Timmer. 1988. Compendium of citrus diseases. The American Phytopathological Society. Minnesota, USA. 80 p.