

TRANSMISION BIOLÓGICA DE VIRUS POR INSECTOS

Francisco José Morales G. *

De los 25 grupos de virus de plantas reconocidos internacionalmente, 17 grupos tienen más de 356 especies de insectos como agentes vectores. Dentro de la clase Insecta, sin embargo, cuatro órdenes: Homóptera, Coleóptera, Thysanóptera y Hemíptera, en orden descendente de especies vectoras, tienen importancia en el fenómeno de transmisión biológica de virus por insectos. La predominancia y diversidad de especies vectoras de virus en los órdenes Homóptera y Coleóptera, han demostrado la existencia de un alto grado de especificidad de transmisión entre familias de estos órdenes y grupos de virus de plantas. En el orden Homóptera, la familia Aphididae contiene aproximadamente 195 especies vectoras de más de 150 virus clasificados en 9 de los 17 grupos transmitidos por insectos. Le siguen en orden de importancia las familias Cicadellidae (vectores de 4 grupos de virus), Delphacidae (2 grupos de virus), Aleyrodidae (1 grupo de virus), y Pseudococcidae (un grupo de virus aún no clasificado). En el orden Coleóptera, la familia Chrysomelidae, agrupa la mayor parte de las 74 especies vectoras de los 45 virus pertenecientes a 4 grupos transmitidos por Coleópteros. Otras dos familias que contienen especies vectoras de virus son la Coccinellidae y la Curculionidae. En el orden Thysanoptera solo una familia, Thripidae, y un virus han sido relacionados en experimentos de transmisión biológica. Igualmente, en el orden Hemiptera, dos especies de la familia Piesmatidae han sido implicados como vectores de virus.

* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. Apartado Aéreo 6713.

VIROLOGIA AGRICOLA CON ENFASIS EN EL PROBLEMA DE LA
HOJA BLANCA DEL ARROZ EN COLOMBIA

Gerardo Martínez L. *

INTRODUCCION

Como técnicos del sector agrícola, tenemos la responsabilidad de producir más y mejores alimentos, y otros productos de origen vegetal. Esta responsabilidad se ve amenazada constantemente por infinidad de factores, que alteran las condiciones óptimas para la obtención de las cosechas. Entre estos factores tenemos el complejo de plagas y enfermedades de las plantas, que hacen necesaria su identificación y estudio, para así poder establecer programas de control orientados a disminuir o evitar los efectos adversos de ellas sobre el rendimiento de los cultivos.

En este complejo de plagas y enfermedades, y como punto más importante en el tema que deseamos tratar, encontramos un grupo de fitopatógenos reconocidos con el nombre de virus, los cuales están estrechamente relacionados, como se menciona en las Memorias de este Congreso** con insectos, como los principales responsables de su diseminación e inoculación, pero encontrándose también ejemplos de ácaros, hongos y nemátodos como vectores de ellos.

* Apartado Aéreo 85036 Bogotá, Colombia.

** Morales G., F.J. 1982. Transmisión biológica de virus por insectos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Colombia. Memorias IX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. pág. 137. (Resumen).

La transmisión biológica se clasifica según la existencia o ausencia de un período de latencia o incubación del virus, una vez ingerido por el insecto vector, como transmisión "circulativa" ó "no-circulativa", respectivamente. La transmisión "no-circulativa" comprende las sub-categorías "no-persistente" y "semi-persistente", y la "circulativa" se conoce también como "persistente", según el período de latencia ó tiempo que el virus "persiste" en el insecto vector una vez adquirido. Los virus "circulativos" pueden ser sub-divididos en "propagativos" ó "no-propagativos" según exista o nó evidencia de su multiplicación en el insecto vector. Dentro de los virus "propagativos" existe transmisión vertical de virus a las progenies de hembras virulíferas.

HISTORIA

La historia de la virología agrícola se remonta no solo a fines del siglo pasado, cuando se comienza a hablar de estos patógenos como virus como resultado de los trabajos de investigadores holandeses y rusos con el hoy conocido como virus del mosaico del tabaco, sino más allá, cuando a fines del siglo XVIII se habló del encrespamiento de las hojas de la papa en Europa y de la variegación de los tulipanes en los siglos XVI y XVII.

En Colombia comenzamos a hablar del posible papel de los virus, como uno de los problemas en algunos cultivos, quizás muy tímidamente, en los años 30.

A pesar del conocimiento sobre los síntomas que hoy asociamos con enfermedades causadas por virus, síntomas que se presentan como alteraciones en el desarrollo normal de las plantas, y ocasionan en la mayoría de los casos reducciones en su tamaño y alteraciones en su coloración, y en las plantas propagadas vegetativamente, la degeneración de éstas, no es sino hasta épocas muy recientes, que con el desarrollo de nuevos y modernos métodos de investigación, hemos llegado a conocer mejor estos agentes causantes de enfermedad, hemos llegado a reconocer su importancia económica, y se ha ampliado el interés y la necesidad de considerarlos, como uno de los grandes limitantes en la obtención de más y mejores cosechas.

La hoja blanca del arroz, es en Colombia uno de los ejemplos, de como un complejo de enfermedades ocasionada por uno o más virus transmitidos por Sogatodes orizicolus Muir (Homoptera: Delphacidae) ha llegado a limitar seriamente la obtención de abundantes cosechas y ha obligado a técnicos de

distintas instituciones de investigación a estudiar su naturaleza, forma de diseminación, factores que favorecen su desarrollo, e implementación de medidas de control.

SINTOMAS

Los síntomas de las enfermedades causadas por virus, se caracterizan por presentarse ya sea en el sitio de entrada del patógeno, en forma localizada en la forma de lesiones cloróticas, bastante características en algunos casos y en una forma sistémica en aquellos tejidos que se forman posteriormente a la entrada del virus a la planta.

Los efectos macroscópicos de estas infecciones sistémicas van desde una leve disminución en el crecimiento de las plantas hasta causar la muerte de las plantas enfermas, con todos los estados intermedios que podamos considerar. La mayor o menor severidad de estos síntomas está asociada a la raza del virus que se presente, a la edad de la planta en el momento de la inoculación, a la variedad o especie de planta que está siendo afectada, al nivel nutricional de estas plantas y a condiciones de luminosidad y temperatura que pueden afectar favorable o desfavorablemente el desarrollo de los síntomas.

Además de las alteraciones en el tamaño de las plantas, las enfermedades causadas por virus se asocian con síntomas de clorosis, moteados, mosaicos, amarillamientos, manchas anulares, todos estos, síntomas asociados con alteraciones en la coloración normal, no solo del follaje sino también de tallos, flores y frutos. En ocasiones y con algunos virus, se observan agallas en el follaje como resultado de la presencia de pequeños tumores en el sistema vascular, o la formación de tumores más grandes sobre tallos y raíces.

Las alteraciones macroscópicas asociadas con las enfermedades causadas por virus, alteraciones estas que se asemejan en ocasiones a anormalidades de origen genético ó a daños por herbicidas y aún por insectos, han servido para nombrar a los agentes que las ocasionan, y es así como hablamos del virus del mosaico del tabaco, el virus del mosaico del fríjol, el virus del mosaico del pepino, el virus del amarillamiento de las venas de la remolacha azucarera, el virus del rayado del maíz, el virus del rayado del trigo, el virus de la mancha anular de la papaya, el virus de los tumores en trebol o el virus de la variegación de los tulipanes. Algunos de estos síntomas pueden ser similares pero son ocasionados por virus diferentes y también se presenta el caso contrario, en el cual un mismo virus ocasiona síntomas diferentes en distintas especies de plantas y aún en distintas variedades de una misma especie. Esta situación hace difícil el utilizar la sintomatología macroscópica, como el único criterio para el diagnóstico.

En adición a los síntomas macroscópicos, si realizamos observaciones de tejidos o de células encontramos alteraciones de ellos, observándose en ocasiones ciertas inclusiones que están siempre asociadas con algunos grupos de virus, alteraciones más o menos severas de tejidos y de organellos dentro de la célula y cambios fisiológicos y bioquímicos que dan origen a la condición de enfermedad.

PROPIEDADES DE LOS VIRUS

Los trabajos sobre la naturaleza de los virus de plantas se estimularon como resultado de los estudios de Stanley en los años 30 con el virus del mosaico del tabaco, cuando los consideró de naturaleza proteínica y con los de Bawden y Pirie quienes determinaron casi simultáneamente que se trataba realmente de una nucleoproteína.

A partir de estos estudios y los realizados posteriormente, hemos llegado a saber que el ácido nucleico del virus es la parte esencial del virus y que la proteína cumple una función de protección. Una de las características importantes en los virus es que están compuestos por una sola clase de ácido nucleico, ya sea ARN o ADN, pero no ambos como ocurre en los organismos celulares. El ácido nucleico de un virus de plantas puede estar contenido en una sola partícula o en varias partículas, puede estar constituido por cadenas sencillas o por cadenas dobles y también se pueden encontrar varios fragmentos en una sola partícula.

Una de las características especiales de los virus es su tamaño. Cuando los comparamos con otros fitopatógenos visibles al microscopio de luz, vemos el porque para observarlos es necesario recurrir al microscopio electrónico, para poder determinar su forma y tamaño. Las partículas de virus tienen diversas formas y tamaños, encontrándose partículas isométricas (casi esféricas), partículas en forma de bacilo con ambos extremos redondeados, o con un extremo redondeado y el otro plano, partículas en forma de varillas más o menos rígidas o varillas sinuosas. Las dimensiones son variables, con diámetros entre 25 y 75 nanómetros en las partículas isométricas hasta longitudes entre 150 y 750 nanómetros en las partículas en forma de varillas. Las dimensiones y formas varían entre distintos virus, pero son constantes para un mismo virus y para las razas de un virus en particular.

DISEMINACION

Los virus carecen de mecanismos que les permitan la entrada a su huésped, y como necesitan de una herida para lograrlo, requieren de un vector, para poder pasar de una planta enferma a una planta sana.

La mayoría de los vectores de virus, son insectos, especialmente insectos chupadores, encontrándose en los áfidos los que parecen ser los más eficientes vectores. Hay ciertos mecanismos de especificidad en los métodos de transmisión que establecen relaciones muy interesantes entre los virus y sus vectores, llegando a hablar de diferentes mecanismos de transmisión y hasta multiplicación de los virus en sus vectores. Además de los áfidos encontramos un buen número de vectores de virus entre los cicadelidos, los delfácidos y los aleurodidos. Otros insectos chupadores también están registrados como vectores y hay ejemplos de insectos masticadores que también juegan un papel muy importante en la diseminación de virus.

También encontramos transmisión de virus por algunos ácaros y por nemátodos y hongos. Estos dos últimos jugando un papel muy importante en diseminación de virus por el suelo.

Además de estas formas de diseminación, los virus son llevados a grandes distancias en algunas ocasiones y con algunos virus en la semilla sexual y con mucha frecuencia en la semilla asexual cuando no existen programas de certificación que permitan determinar la sanidad del material que se transporta.

La propagación vegetativa de material enfermo es la forma más segura de preservar y diseminar un virus, así como incrementar sus efectos degenerativos.

Otra de las formas de transmisión de virus se presenta con algunas plantas parásitas que sirven de puente entre plantas enfermas y plantas sanas como es el caso con varias especies de Cuscuta. El hombre es también un eficiente vector de algunos virus, especialmente de aquellos con fácil

transmisión por frotamiento del jugo de plantas enfermas sobre follaje de plantas sanas, y es así como durante las labores de poda, amarre y manipuleo en general de plantas, hortícolas y ornamentales, disemina muchos virus.

METODOS DE DIAGNOSTICO

Como hemos visto previamente, nuestro interés en las enfermedades causadas por virus se inicia cuando observamos ciertas alteraciones en el comportamiento normal de las plantas. Las primeras alteraciones son los síntomas macroscópicos, y son estos, a pesar de los inconvenientes presentados, los que vamos a utilizar como un primer paso en el proceso de identificación de un virus de plantas.

El paso siguiente, cuando no se cuenta con otros métodos de diagnóstico y cuando se inicia el estudio de un virus nuevo, es el de determinar la forma de transmisión. Los primeros esfuerzos se orientan a tratar de conseguir transmisión por medios mecánicos a la planta huésped del problema, o a un grupo de plantas de distintas especies que puedan desarrollar síntomas característicos, en una forma rápida, que permita su selección como plantas indicadoras. En estas se pueden presentar lesiones locales o síntomas sistémicos bastante característicos.

Además de estos esfuerzos con métodos de transmisión mecánica, debemos reconocer o tratar de reconocer el vector del virus en consideración. Como hemos visto que los insectos son los mayores responsables de la transmisión de virus de plantas, estos deben ser considerados en el estudio, pero también se deben considerar los otros potenciales vectores. La identificación de un vector facilita los trabajos futuros de diagnóstico, ya que la especificidad que existe en muchos

casos permite facilitar la separación de problemas, si estos se están presentando. Al trabajar con vectores debemos considerar con mucho cuidado las distintas relaciones existentes entre los virus y sus vectores, ya que del buen manejo de ellas dependerán los resultados que se pueden obtener.

Además de los métodos de diagnóstico descritos, en los casos en que hay estudios previos y se ha logrado aislar y purificar el virus en consideración, es posible contar con métodos serológicos que facilitan y agilizan esta labor. Son muy variados los métodos y técnicas que se pueden utilizar y estas están relacionadas con el virus, su forma y tamaño, su estabilidad y la facilidad con que se puedan conseguir sueros con un alto título y una buena especificidad.

También, en la labor de diagnóstico juega un papel muy importante el uso del microscopio electrónico, la herramienta de trabajo que nos permite visualizar estos patógenos y la que correctamente utilizada, nos puede facilitar la identificación de virus o mezclas de virus, nos informa sobre su forma y tamaño y nos permite orientar los trabajos sobre potenciales vectores, así como todos aquellos orientados al aislamiento y purificación de los virus, y el desarrollo de otros métodos de diagnóstico.

Además con la ayuda del microscopio electrónico podemos observar cortes de tejidos, determinar la presencia de inclusiones, sitios de localización del virus y características de los tejidos y células afectadas, que en ocasiones son bastante específicas y ayudan en la labor de diagnóstico.

Las inclusiones características de algunos grupos de virus son utilizadas en ocasiones y con ciertos métodos de coloración, para hacer diagnóstico con la ayuda del microscopio de luz.

METODOS DE CONTROL

Una vez hemos reconocido a un virus y hemos determinado sus métodos de transmisión, así como su importancia económica y los factores que favorecen su desarrollo, debemos hacer uso de esta información en orientar nuestros esfuerzos a controlarlo.

Una de las primeras acciones puede estar orientada al manejo de su vector o vectores. Todas aquellas condiciones adversas a la presencia de altas poblaciones de un vector, van a favorecer una menor incidencia de la enfermedad. Es así como con estudios orientados a conocer hábitos del vector, plantas hospedantes y métodos de control, también estamos contribuyendo al control de los virus que ellos transmiten.

Otra de las alternativas de control están orientadas a la identificación de germoplasma resistente o tolerante al virus o resistente o tolerante al insecto. La manipulación de estos factores ha contribuido en muchas oportunidades a la solución de algunos problemas causados por virus.

También es necesario trabajar con esquemas de épocas de siembra, distancias de siembra, control de malezas, rotación de cultivos, todos ellos orientados a alterar las condiciones para el incremento de las poblaciones de vectores y a disminuir el potencial de inóculo disponible para adquisición y posterior transmisión a las nuevas siembras.

Debemos de contar con esquemas de certificación de semillas que nos permitan contar con semillas provenientes de campos o áreas libres de las enfermedades en consideración, especialmente cuando se trata de problemas con transmisión por semilla sexual.

En los casos de materiales de propagación vegetativa, los esquemas de certificación de semillas deben incluir programas orientados a la obtención y multiplicación de plantas libres de virus. Lo primero se está logrando con tratamientos de altas temperaturas y el cultivo in vitro de tejidos meristemáticos. Una vez se obtiene el material libre de virus, éste se incrementa en condiciones en las cuales la baja población de vectores y el aislamiento de campos con plantas enfermas, facilite la conservación de la sanidad del material por el mayor tiempo posible.

LA HOJA BLANCA DEL ARROZ

Los primeros registros sobre el problema de la hoja blanca del arroz en Colombia, los presenta Carlos Garcés Orejuela en 1940, 1941. Es hacia 1956 cuando esta enfermedad comienza a ser considerada de importancia, no solo en Colombia sino también en otros países de América Latina y del Caribe. Se comienza a hablar de un virus, pero debemos indicar que estamos en una época en la cual damos este nombre a todos aquellos patógenos que no podemos asociar con hongos o bacterias o nemátodos.

La situación ha cambiado y en el momento, al reconocerse la existencia de otros patógenos distintos a los virus, se está siendo más exigente antes de pasar a llamar a un patógeno en particular como virus.

Si atendemos a los síntomas característicos que se observan en las plantas de arroz afectadas por el problema de la hoja blanca, encontramos que los primeros síntomas se presentan en la forma de pequeñas lesiones cloróticas hacia la base de las hojas más nuevas. Al desarrollarse un poco más la planta afectada se comienza a observar un incremento en el número de lesiones, estas se fusionan y se presentan en

la forma de rayas cloróticas continuas. Más tarde, y como resultado del incremento en el número de lesiones se observan áreas completamente cloróticas, síntomas estos que dieron origen al nombre de la enfermedad: hoja blanca del arroz.

La severidad de los síntomas varía según el estado de desarrollo de la planta y la variedad afectada, encontrándose en los casos más severos muerte de las plantas afectadas y en los casos menos severos necrosis y vaneamiento de las espigas con sus consiguientes resultados sobre calidad y cantidad de grano.

En ocasiones se observa lo que pudieramos llamar recuperación de las plantas afectadas, presentándose las lesiones cloróticas en una forma más o menos clara pero sin llegar a ser tan numerosas que alcancen a producir rayas continuas y observándose que en hojas posteriores los síntomas desaparecen.

Los trabajos realizados para determinar su método de transmisión indican que no hay transmisión por medios mecánicos ni a través de semilla sexual y que el principal responsable en arroz es el delfácido S. orizicolus. Existen también evidencias de transmisión por S. cubanus (Grawford), pero no por insectos chupadores registrados en arroz.

Existen estudios que indican que se trata de un patógeno circulativo en su insecto vector y posiblemente propagativo, esto es que se multiplica en el vector, siendo posible el paso del agente causal de las hembras transmisoras a su progeñie.

La habilidad para transmitir este problema está controlada genéticamente, y mientras en poblaciones de campo se registran eficiencias de transmisión alrededor de un 10%, es

posible alcanzar valores mucho más altos, mediante cruzamientos controlados de insectos inoculativos. Existe transmisión por ninfas desde su primer instar así como por adultos, tanto machos como hembras. Los períodos de incubación en el insecto van desde unos 7 días en ninfas jóvenes hasta 13-16 días en ninfas en estados posteriores de desarrollo, o en adultos. El período de incubación en la planta es de alrededor de 7 días, dependiendo de la edad de la planta inoculada y de las condiciones ambientales en las cuales se estén cultivando (Lobatón, V. & G. Martínez López, 1976. Algunas relaciones biológicas insecto-planta-patógeno en la enfermedad hoja blanca del arroz. Noticias Fitopatológicas 5:29-37).

Los trabajos orientados a identificar el agente o agentes causales de la enfermedad indican la posible existencia de dos virus diferentes. Uno de ellos con formas isométricas de alrededor de 42 nanómetros de diámetro (Herold, F.; G. Trujillo & K. Munz, 1968. Viruslike particles related to hoja blanca disease of rice. Phytopathology 58: 546-547) y otro con partículas en forma de filamentos (Shikata, E. & G. E. Galvez-E. 1969. Fine flexuous threadlike particles in cells of plants and insect hosts infected with rice hoja blanca virus. Virology 39: 635-641).

Algunos trabajos de investigación en el CIAT en los años 1969-1970 estuvieron orientados al aislamiento y purificación del agente causal de la hoja blanca del arroz, así como a la producción de antisueros. Posteriormente Lobatón y Martínez (1976) reestudiaron métodos de aislamiento y purificación, alimentación a través de membranas e inyección de insectos, sin alcanzar a conseguir nuevos datos sobre la forma y tamaño de las partículas.

Los programas de control del complejo de la hoja blanca del arroz, se orientaron inicialmente al reconocimiento de materiales con resistencia al insecto así como al agente causal de la enfermedad. Posteriormente y por alrededor de 10 años se ha trabajado exclusivamente en el manejo de materiales con resistencia al insecto vector, habiéndose logrado, por varios años, reducir la incidencia de la hoja blanca del arroz a niveles insignificantes. En los últimos 2 - 3 años se ha registrado nuevamente pérdidas altas como resultado de este problema y se ha vuelto a ver la necesidad de estudiar un poco más el problema.

En estos estudios se busca reconocer si realmente se trata de uno ó más virus, pues se pueden encontrar situaciones similares a las que se han encontrado en maíz con dos virus diferentes produciendo síntomas de hoja blanca (Martínez López G. 1981. Los virus del maíz en Colombia: Estudios preliminares. Memorias IX Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. Cali. Julio 17-20. 1981. I-4-9), uno de ellos con partículas isométricas de alrededor de 45 nanómetros de diámetro y otro con varillas filamentosas, en ambos casos situaciones similares a las registradas previamente para la hoja blanca del arroz.

También se ha vuelto a ver la necesidad de incluir en los programas de mejoramiento genético, no solo los factores orientados a reconocer resistencia al insecto, sino también aquellos relacionados con resistencia al agente o agentes causales de la enfermedad.

Son aún numerosos los interrogantes que se presentan con el problema de la hoja blanca del arroz, no se conoce con certeza la naturaleza de su agente o agentes causales, y hay numerosas oportunidades para la integración de entomólogos, fitopatólogos y mejoradores, para buscar una solución a este

serio problema para los arroceros no solo colombianos sino también de otros países de la América y el Caribe.