

DISERTACION  
DEL ACADEMICO CORRESPONDIENTE  
**Ing. Agr. SERGIO F. NOME HUESPE**  
CONTROL DE VIROSIS VEGETALES  
EN LA ARGENTINA

He elegido el tema de "Control de virosis vegetales en la Argentina" porque creo que será en esa área en donde, en un futuro próximo, se incorporarán avances científicos y tecnológicos de importancia. En la medida que se satisfagan técnicamente las demandas que inciden con mayor peso en la producción agrícola, como lo son la falta de agua, habilitación de nuevos terrenos, uso de fertilizantes, mejoramiento de los métodos de cultivo y el empleo de variedades mejoradas, se harán más evidentes los problemas de orden sanitario.

Quisiera en esta exposición dibujar un boceto, presentarles un panorama de los aspectos sobresalientes del impacto de los virus en la producción agrícola argentina y de la forma en que ha sido encarado el control de algunas situaciones. Todo esto a través de algunos ejemplos, que más que estrategias institucionales, revelan el esfuerzo de grupos individuales de investigadores, técnicos y agricultores.

**IMPORTANCIA**

Para ordenar las ideas en forma panorámica, quisiera referirme en primer lugar al impacto que pueden tener las virosis en la producción de algunos cultivos; luego intentaré demostrar las estrategias aplicables a disminuir ese impacto, con algunos ejemplos destacables en Argentina. Por último, intentaré comentar las nuevas estrategias que actualmente se están elaborando en países altamente desarrollados y su posible aplicación en nuestro medio.

Con respecto a las pérdidas ocasionadas por los virus, mi impresión per-

sonal es que, en general, se las subestima. Esto puede ser debido a que, a veces, producen pérdidas sin provocar síntomas (por ejemplo: disminuyen la capacidad de fijación de nitrógeno en leguminosas), a veces, los síntomas pueden ser confundidos con falta de fertilizantes o con senescencia normal de otoño. Además, existen pocos virólogos entrenados para reconocer síntomas y hacer diagnósticos. Otro aspecto que atenta contra un fiel reconocimiento del impacto de los virus se pone de manifiesto en la falta de interés en poner en evidencia la acción de los virus por parte de los comerciantes de productos químicos, ya que no existen antivirales disponibles en el mercado, aplicables a ese nivel, en contraste con la gran cantidad de productos disponibles para el control de bacterias, hongos, insectos y para corregir las deficiencias del suelo.

En general, podemos distinguir tres tipos de situaciones:

a) Cultivos perennes, a menudo árboles frutales, en los cuales una enfermedad letal tiene severas consecuencias debido al tiempo y superficie de tierra invertidos en tales cultivos. Un ejemplo cercano, por haber tenido a la Argentina como uno de los principales protagonistas, ha sido la tristeza de los cítricos, introducida desde Africa en 1930. Hasta la fecha se estima que ha provocado la pérdida de más de 14.000.000 de árboles; en el estado de San Pablo de Brasil alrededor de 9.000.000 y en California unos 4.000.000.

b) Otra situación diferente se pre-

senta en cultivos anuales reproducidos por semilla, por ejemplo cereales y muchas hortalizas, en las cuales la gravedad e impacto de una enfermedad puede variar enormemente de año en año, dependiendo en gran medida del virus y razas que se presenten, de la susceptibilidad de los cultivares empleados y de la abundancia de los vectores naturales. Ejemplo de esta situación es el Mal de Río Cuarto del maíz. El virus del "mosaico de la soja" puede reducir los rendimientos de un 8 a un 25 %, pero en infecciones mixtas con otros virus (BPMV) puede llegar al 80 %.

c) Una tercera situación diferenciable se produce en cultivos de especies reproducidas vegetativamente, como la papa, batata, ajo, alcaucil, caña de azúcar, etc., donde las infecciones producidas por virus débiles, pueden pasar inadvertidas pero, aún así, producir daños de consideración. En general, en estos casos, si no se aplican medidas de control y existe un vector eficiente, se llega a tener el 100 % del clon infectado, imposibilitándose la comparación con plantas sanas. Las reducciones de rendimiento suelen estar comprendidas entre 10 % y 90 %. Se pueden señalar como ejemplo en este caso, todas las virosis de la papa, en las cuales algunas como el PVX pueden producir pérdidas tan bajas como 10 % y el virus del enrollamiento llegar hasta 95 %. Se agrava la situación debido a que en las especies de propagación agámica, pueden presentarse infecciones mixtas con efectos sinérgicos.

## CONTROL

Así planteadas las cosas, resulta evidente la necesidad de poner en juego estrategias o aplicar métodos de control. Nos encontramos acá con una situación en la que, a diferencia de las enfermedades producidas por hongos y bacterias, donde el empleo de fungicidas y antibióticos es un importante método de control, no hay formas directas de lucha. La mayor parte de los procedimientos está destinada a reducir las fuentes de infección dentro y fuera del cultivo, a limitar la diseminación por vectores o a minimizar la reducción de rendimientos en el cultivo. No son medidas de

efecto duradero y aplicables a todas las situaciones, salvo en el caso de conseguirse inmunidad a un virus en particular. Aún en este caso, la aparición de nuevas razas de virus suele quebrar la resistencia o tolerancia obtenida. La lucha contra las virosis constituye una batalla en la que no basta que las estrategias y métodos sean aplicados por agricultores individuales, sino que debe realizarse una acción cooperativa, año tras año, para llegar a obtener éxito.

Las medidas que han sido intentadas para el control de virus incluyen, por lo menos, una agrupación, según Mathews, de 14 categorías o estrategias, y no menos de métodos aplicados, de los cuales aproximadamente unos 10 han sido ensayados en Argentina.

No quisiera aburrir con enumeraciones y descripciones prolongadas, por lo cual, he considerado necesario señalar algunos ejemplos de mayor impacto o éxito. La situación en Argentina dista mucho de ser buena en cuanto a control de virosis pero, afortunadamente, hay una sensación o idea evidente de cambio que nos permite mirar con más optimismo la sanidad de nuestros cultivos. Así, por ejemplo, el INTA ha creado un Instituto de Fitovirología, la SECYT ha fomentado especialmente un proyecto interinstitucional con miras al control de virosis. Involucra este proyecto la acción coordinada de grupos de CONICET, Universidades e INTA, destinada a producir reactivos de diagnóstico para virus importantes en soja, cítricos, papa, trigo y otras especies. El programa de biotecnología de SECYT y el convenio con Brasil han fomentado proyectos en el mismo sentido y promueven en la actualidad la producción de plantas transgénicas.

Las fuentes de inóculo más frecuentes la constituyen las semillas o partes de plantas que llegan al cultivo infectadas o las especies silvestres y malezas hospedantes naturales que viven en o la vecindad del cultivo. Esto, unido a la existencia de vectores activos y medios mecánicos de contaminación, constituyen los elementos principales para el desarrollo de epifitias. La exclusión, es decir el impedimento para que un patógeno entre a un país o región a través de

restricciones o cuarentenas apropiadas, es la forma más elemental de control que, desafortunadamente, no funciona eficazmente en Argentina. La entrada de material contaminado, ya sean semillas o partes de plantas, la mayoría de las veces en forma clandestina, queda probada por la frecuencia con que se determinan nuevas enfermedades en el país, en especial virales, ya que son más difíciles de detectar.

Los éxitos más destacados de control se han aplicado a cultivos de propagación agámica. Es así que tenemos buenos ejemplos en cítricos, papa, batata, ajo, frutilla y una serie de plantas ornamentales, con modalidades de aplicación diferente, según se trate de virus que tienen vectores naturales o que carecen de ellos. Voy a ejemplificar estas acciones con lo que se ha realizado y se continúa haciendo en cítricos y en batata.

En todos los casos, el principio en el que se basan los métodos aplicados, es el mismo: los virus se diseminan juntamente con la multiplicación de la especie. Los propágulos (yemas, tubérculos, raíces o estacas) si se originan en una planta enferma, dado el carácter sistémico de los virus, originarán descendencia también infectada. En el caso de virus sin vectores, la cantidad de plantas enfermas será equivalente a los propágulos enfermos. En cambio, cuando hay vectores eficientes (insectos alados) la cantidad final de plantas enfermas en el cultivo dependerá de la actividad de ellos y, frecuentemente, porcentajes iniciales de 1-5 %, determinan infecciones, a finales de temporada, de hasta 90 % o más. La estrategia central en estos casos, es producir y emplear plantas libres de virus en forma continuada a través de sistemas organizados al efecto.

### **PRODUCCION DE MATERIAL LIBRE DE VIRUS**

Los materiales producidos pueden ser semillas verdaderas (para el caso de virus transmitidos por semilla) o propágulos (en las especies reproducidas vegetativamente).

De semillas, el único ejemplo realizado con éxito es el de lechuga de Mendoza, para producir semilla libre

de LMV, uno de los principales problemas de ese cultivo. Tratándose de un virus transmitido en forma no persistente por pulgones, las plantas madres libres de virus se mantienen y multiplican en jaulas a prueba de pulgones, donde se verifica su absoluta sanidad. Los incrementos de semillas se realizan en cultivos en zonas aisladas. La exigencia de calidad es 0 infección en 30.000. Anteriormente se exigía 0.1 % pero se comprobó que ese nivel es insuficiente para controlar la enfermedad. En este caso, el indexing (la comprobación de la presencia o ausencia del patógeno) es complicado pues el número de plantas a analizar es elevado y hasta hace poco tiempo implicaba inocular manualmente a la especie indicador (***Chenopodium amaranticolor***) en el que el virus produce lesiones locales en las hojas. Actualmente se ha incorporado el uso de pruebas inmunoenzimáticas con lo que el control se simplifica enormemente.

El otro caso, del que hay varios ejemplos en Argentina, está referido a la producción de propágulos, ya sea tubérculos, estacas, plantines o yemas libres de virus. En esta categoría, tenemos en aplicación los casos de papa, batata, ajo, frutilla y cítricos, y en estado de organización, los de frutales de carozo y de pepita, y algunas especies ornamentales como clavel y crisantemo.

La producción y empleo de plantas con control sanitario sigue un patrón similar en cualquier lugar donde se lo ponga en práctica. Las modificaciones o adaptaciones a ese esquema general surgen de la diferente infraestructura existente en cada caso particular y del nivel de desarrollo tecnológico de la agricultura social y económico de cada lugar. En general se realiza en tres etapas de trabajo o niveles de aplicación.

- De laboratorio, por lo común en instituciones oficiales, para obtener el material base o núcleo y multiplicarlo en condiciones de máxima seguridad. Puede estar en manos oficiales, privadas o mixtas.

- De multiplicación o incremento del material base. Incluye varios ciclos de multiplicación con diferentes márgenes de tolerancia en cuanto a niveles de infección.

- De distribución (comercialización) y empleo por parte de los agricultores.

Voy a explicar como ejemplo de procedimiento el que se sigue para batata ya que, sin ser el más importante, desde el punto de vista económico, es el más documentado en resultados. En batata hay dos virus identificados y uno recientemente detectado. Las pérdidas que ocasionan pueden llegar a un 80 % de reducción de rendimiento. El primer paso es la elección de los cultivares y dentro de ellos, las plantas que sean representativas del mismo. Si no se encuentran plantas libres de virus, debe procederse a obtenerlas a través de las diversas técnicas existentes.

En la Argentina hubo momentos en que el 100 % del clon en cultivo se encontraba infectado (Colorada criolla) y por esa razón fue necesario recurrir a la termoterapia y al cultivo de meristemas apicales como técnicas de liberación de virus. Esta técnica se basa en un principio de virología vegetal que señala un gradiente en disminución de la concentración de virús hacia los ápices de crecimiento de las plantas, de modo que si seleccionamos el meristema apical, una porción de no más de 0.5 mm, podríamos conseguir una parte de la planta libre de virus. Este meristema, convenientemente multiplicado "in vitro", puede regenerar una planta a su vez libre de virus, y ella, multiplicada "in vitro" (micropagada) o por cualquier otro medio apropiado, dará origen a toda una descendencia libre de patógenos. En ese momento inicial, resulta fundamental la comprobación de la sanidad del material obtenido siendo el nivel requerido, obviamente, 0 del patógeno. Esta prueba, en forma convencional, se llama "indexing". En el caso de virus de batata, el indexing más seguro es el injerto de un trocito de planta obtenida, sobre una especie indicadora muy sensible, como es la *Ipomoea setosa* que reacciona frente a todos los virus de batata. También se pueden emplear pruebas serológicas sensibles como ELISA, pero son posibles sólo con virus de los que se tienen antisueros.

Las plantas madres son adquiridas en la provincia de Córdoba por agru-

paciones de productores en cantidades pequeñas, ya que debido a los procesos requeridos para producirlos, resultan onerosas (alrededor de u\$s. 0.50 cada una). Una de esas agrupaciones adquiere alrededor de 400 plantas madres por año y las incrementa en una jaula a prueba de pulgones donde producen suficientes batatas para sembrar 2,5 Ha. Con esas 2,5 Ha obtienen plantas para 400-500 Ha que cubren las necesidades de ese grupo de agricultores. Existe otro grupo que multiplica su material en una zona aislada del cultivo para prevenir la contaminación. La puesta en práctica de este sistema significó un incremento regional del 100 % en los rendimientos cuando el cultivar predominante era "Colorada criolla". Este modelo, aplicado al caso de batata, ha despertado mucho interés y según el especialista de la Universidad de Carolina del Norte Dr. J. Moyer, no conoce otro (en batata) en el que los agricultores sean responsables de las etapas de incremento del material.

La pregunta que surge de inmediato frente a estos sistemas es ¿qué ocurre si el material saneado se emplea en una zona contaminada donde los vectores pueden infectar nuevamente las plantas? Suceden dos cosas que hacen exitoso el sistema. Primero, se reduce notablemente el porcentaje de plantas enfermas en el cultivo y se llega, en una tercera y última generación, con un 15-20 % de plantas enfermas. Segundo, que las plantas infectadas a campo, rinden mucho más que las provenientes de batatas enfermas, pues las infecciones tardías no alcanzan a incidir en los rendimientos.

Para el caso de la papa, en la que las virosis constituyen un problema limitante, existen en el país por lo menos 5 regiones donde se produce "semilla" con control sanitario. Los métodos varían desde esquemas semejantes al de batata, en los que se incluye cultivo de tejidos "in vitro" y producción de minitubérculos en jaulas o invernáculos, hasta aquellos en que la producción se hace únicamente mediante selección clonal en zonas de bajo riesgo de infección, generalmente en valles de altura.

En cítricos existen en Argentina una decena de problemas virales de los

cuales se destacan por su importancia el "declinamiento o psorosis" y la "tristeza". Esta última, transmitida por pulgones fue muy importante hasta que se generalizó el empleo de combinaciones de portainjertos e injertos compatibles con la presencia del virus. Se puede decir que en la actualidad, la gran mayoría sino todas las plantas cítricas están infectadas, pero la enfermedad está controlada. La psorosis se difunde principalmente por el empleo de yemas contaminadas. En 1982 se inició su control mediante la selección de plantas madres sanas que han producido en 1986, 368.000 yemas y 500.000 plantines, y se prevé producir en 1990 800.000 yemas y 800.000 plantines, cifra que cubriría las necesidades estimadas para esa fecha en la región citrícola del río Uruguay. En los últimos años, el método de producción de plantas cítricas libres de patógenos sistémicos, ha incluido el método de microinjertos con pruebas de diagnóstico para los virus más importantes: tristeza, psorosis, exocortis y xiloporosis.

La técnica difiere del cultivo de meristema apical en que en este caso, al meristema se lo "injerta" sobre plántulas de semilla cultivadas in vitro. La producción y venta del material saneado se realiza en la EEA. Concordia del INTA.

Un ejemplo muy diferente de control, es el emprendido con la enfermedad del maíz llamada "Mal de Río Cuarto". En 1977 esta enfermedad que fue detectada alrededor de 1967, produjo pérdidas del 80 %, sobre todo en la provincia de Córdoba. En el año 1982, por ejemplo, de las 360.000 Ha cultivadas en el Dpto. de Río Cuarto, 55.000 fueron abandonadas debido a la enfermedad. La inquietud despertada por la enfermedad indujo a que el INTA convocara a investigadores de las Universidades, CONICET y entidades privadas para organizar una estrategia de estudio y control. De esta manera, inédita para algunas fitovirosis en la Argentina, se organizó un trabajo coordinado en el que intervino la Universidad Nacional de Córdoba tratando de dilucidar la etiología de la enfermedad, la Universidad Nacional de Río Cuarto para ver el efecto de modificaciones culturales, la Universidad

Nacional de La Plata para determinar vectores y la EEA. Pergamino para estudiar la resistencia o tolerancia varietal. Este ataque coordinado desde distintos frentes, permitió en poco tiempo conocer la etiología y poner en práctica algunas técnicas de control. Cuando se estableció que la enfermedad era producida por un virus persistente transmitido por insectos del grupo de los Delphacidos (en este caso los insectos necesitan alimentarse por tiempos prolongados en las plantas para poder transmitir el virus) se pudo inferir y comprobar posteriormente la eficacia de los siguientes métodos:

- Empleo de insecticidas sistémicos.
- Modificación de la época de siembra para escapar a la acción de vectores infectantes.
- Empleo de variedades con mejor comportamiento o tolerancia a la enfermedad.

Recientemente se ha logrado purificar el virus y obtener sueros para el diagnóstico preciso de la enfermedad. Con ello se han logrado notables avances epidemiológicos ya que ha sido posible determinar malezas que son portadoras del virus, en algunos casos sin la expresión de síntomas así como nuevas especies de insectos vectores.

Por último, quisiera destacar un aspecto que considero es limitante para controlar y estudiar las virosis. No tenemos suficientes técnicos preparados para reconocer las enfermedades virales y no disponemos con facilidad de laboratorios y técnicas adecuadas para el diagnóstico de las mismas. En la actualidad existe una diversidad de técnicas serológicas y otras procedentes de la biología molecular e ingeniería genética que permiten realizar diagnósticos con suma precisión, pero que no han alcanzado un grado de difusión y aplicación como para modificar el impacto de las virosis en Argentina. No obstante, desde hace dos o tres años, se ha podido percibir un mayor grado de interés por este tipo de problemas y hemos visto con sumo agrado la incorporación de grupos de investigación, tradicionalmente no vinculados a la agricultura, como son los

de química biológica, a proyectos y programas dedicados al control de enfermedades de las plantas. Incluso, muy acertadamente en mi opinión, se ha fomentado esta integración, concretada con proyecto de SECYT, Universidades e INTA, que nos hace mirar con más optimismo el futuro con respecto a este tipo de problemas.

En la actualidad se ha incorporado una nueva tecnología al control de las virosis vegetales, cual es la producción de plantas transgénicas. Las hipótesis planteadas y los trabajos realizados en otras partes han permitido obtener resistencia a algunos virus a través de las siguientes estrategias:

1. Incorporación al genoma de la planta del gen codificador de la proteína viral. La planta produce la proteína que le confiere tolerancia al vi-

rus o, por lo menos, retarda la multiplicación del virus.

2. Incorporar segmentos de RNA viral de sentido inverso, en el genoma de la planta, de modo de impedir o limitar la multiplicación del ácido nucleico viral.

3. Solo en estado de hipótesis de trabajo, la incorporación de genes de producción de interferón gamma en el genoma de la planta, que ha probado tener capacidad antiviral, por lo menos en el caso del virus del mosaico del tabaco.

Los grupos que en Argentina trabajan en Ingeniería Genética y la coordinación con virólogos concedores de los problemas de los principales cultivos, sin duda, nos darán nuevos medios de control en un plazo no muy lejano.