

# Saneamiento de frutales y cultivos hortícolas infectados con virus



**Mónica Madariaga V.**  
Licenciada en Biología, Dra.  
Investigadora Virología INIA La Platina



**Karina Sepúlveda G.**  
Ingeniera Agrícola  
Asistente de Investigación INIA La Platina



**Andrea Molina D.**  
Técnica en Biotecnología  
Asistente de Investigación INIA Platina



## Un huerto o cultivo hortícola establecido con material libre de virus tendrá mejor rendimiento y calidad de fruta.

**A**l momento de establecer un huerto, parronal o cualquier tipo de cultivo, la selección del material inicial tiene una tremenda importancia, pues determina el comportamiento productivo de la plantación y su vida útil. En el caso de los cultivos, la semilla es la base de la cadena productiva, ya que si ésta posee una calidad óptima el cultivo expresará todo su potencial genético. En los huertos que se multiplican por estacas u otra forma de material vegetativo, la base de la cadena productiva es la planta madre, desde la que se obtendrá el material de propagación. Considerando la importancia de la calidad sanitaria y genética de estos materiales, diferentes laboratorios privados, universidades e institutos de investigación proveen un servicio de análisis basado en herramientas moleculares para verificar ambos aspectos. Una vez hecho el diagnóstico sanitario en el laboratorio, se suele encontrar la presencia de virus.

Los virus son partículas submicroscópicas conformadas por material genético que está protegido por una cubierta proteica, y tienen la capacidad de codificar ciertas proteínas que van en beneficio de

su proceso infeccioso. Pese a ello, el virus no tiene la autosuficiencia para permanecer fuera de su hospedero, es decir, el virus existe sólo en el interior de una célula vegetal que le entrega las condiciones e insumos necesarios para completar su proceso infeccioso. Esto provoca alteraciones metabólicas en el hospedero que se traducen, en la mayoría de los casos, en importantes daños en la calidad de los productos agrícolas, tales como disminución en los rendimientos, falta de calidad del producto final y, muchas veces, pérdida de aspectos organolépticos y cosméticos en la fruta.

Las enfermedades causadas por virus, a diferencia de aquellas causadas por hongos y bacterias, no tienen control químico. Es por ello que generan un gran impacto en la producción agrícola. El control de infecciones virales es preventivo, no obstante, la biotecnología dispone de herramientas que permiten sanear un material infectado. Este proceso de saneamiento es lento y costoso, pero muy útil cuando se trata de rescatar variedades o germoplasma de interés, del cual no se dispone de individuos libres de virus. Este proceso también es efectivo para el establecimiento



⬆ **Figura 1.** Regeneración de la vid en 14 semanas a partir de un meristemo.

de materiales que van a dar origen a plantas madres.

La Unidad de Virología de INIA La Platina generó en el año 2015, con financiamiento del Ministerio de Agricultura, el Centro de Saneamiento de Virus, Viroides y Fitoplasmas en Material Vegetal Infectado. Durante los cinco años transcurridos se han establecido metodologías para sanear plantas de cerezos, vides, frambuesas, pepino dulce y cultivos hortícolas como el ajo y la papa. Así, gracias a este proyecto, se han podido generar materiales vegetales libres de virus, que se mantienen como productos en desarrollo de diferentes proyectos de investigación, y que posteriormente llegarán a los agricultores (FIGURAS 1 y 2).

### Saneamiento de virus en especies vegetales

En INIA, al igual que en distintos centros de investigación internacionales, las aplicaciones del saneamiento de virus en especies vegetales se encuentran dirigidas tanto a los programas de mejoramiento genético como a plataformas de servicio para agricultores que desean limpiar sus materiales élite. Las técnicas que permiten liberar a los cultivos vegetales de virus son: termoterapia, cultivo de meristemos, electroterapia, quimioterapia, crioterapia, entre otras. Generalmente, estas metodologías se complementan entre sí, con el fin de hacer más eficiente el sistema de saneamiento. En el Laboratorio de Virología de INIA se ha establecido un protocolo general de erradicación de virus que se aplica a diferentes especies vegetales (FIGURA 3). No obstante, existen excepciones que obligan a realizar variaciones en el procedimiento, debido a lo difícil que resulta eliminar algunos virus.

### Eficiencia del sistema de saneamiento

La eficiencia del proceso de saneamiento depende de varios factores, tales como el tamaño del



Figura 2. Etapas de regeneración del cerezo.

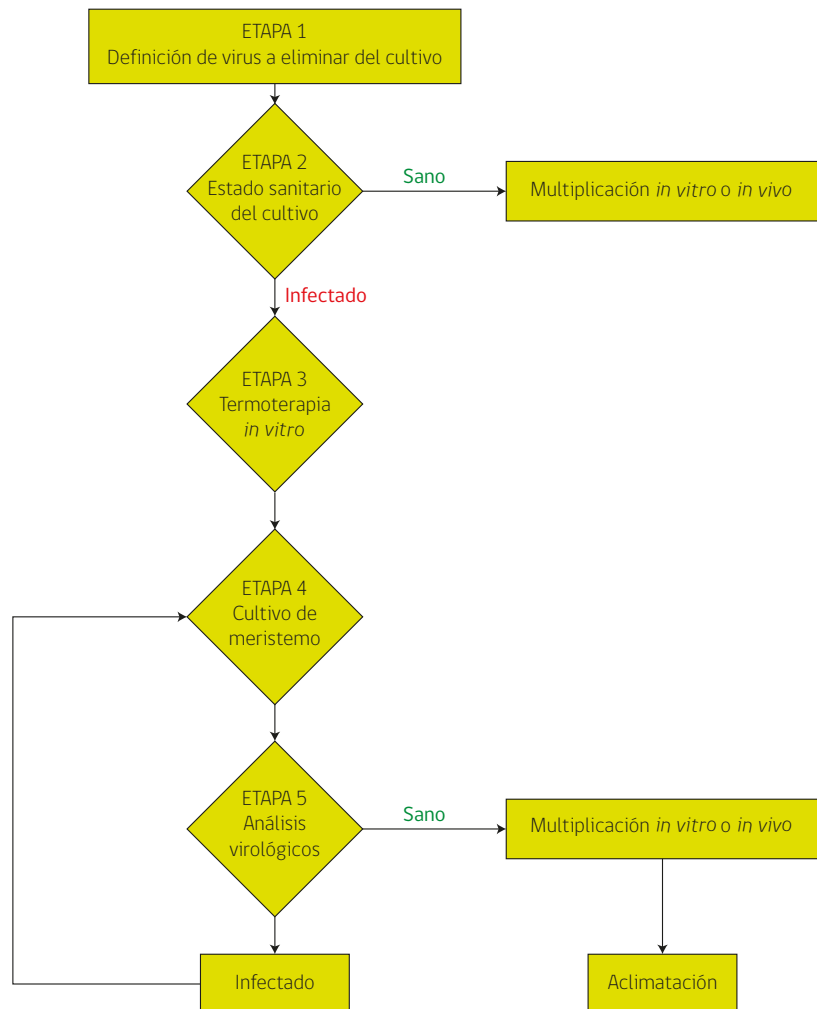


Figura 3. Diagrama de flujo que muestra las etapas del proceso de saneamiento de germoplasma infectado con virus, que se realiza en la Unidad de Virología de INIA La Platina.

explante<sup>1</sup> extraído o fragmento vegetal que se tratará y dará origen a un nuevo individuo libre de virus; el tipo de virus que se desea eliminar, el genotipo del hospedero y la técnica de saneamiento utilizada, entre otros. La eficiencia de regeneración del explante varía ampliamente entre un 5 y 80 % y depende, entre otros factores, de su tamaño. Cuando el explante comprende el grupo de células responsables del desarrollo de la planta, conocido como domo meristemático, más dos primordios foliares, que son los tejidos que darán origen a las hojas, el éxito de la regeneración es un 25 % mayor que cuando el explante está constituido sólo por el domo meristemático.

Respecto del tipo de virus que infecta un hospedero, podemos decir que incide de manera importante en el porcentaje de obtención de plantas saneadas (**CUADRO 1**). En el caso de la vid, este porcentaje será mayor en aquellos individuos infectados con los virus causantes de la enfermedad del enrollamiento de la hoja de la vid. Al contrario, el virus asociado al síndrome Rupestris stem pitting genera un bajo porcentaje de éxito, debido a la dificultad que presenta este virus para ser eliminado mediante las técnicas tradicionales.

Tal como se mencionó, el genotipo del hospedero también es uno de los factores involucrados en la eficiencia del sistema de saneamiento, pues influye en la facilidad con que se logra regenerar un explante. Esta situación se ve representada en trabajos de saneamiento que hemos realizado en nuestro laboratorio en distintas especies. Por ejemplo, en frambueso, papa y pepino dulce el promedio de regeneración del explante ha sido por sobre el 80 %, en cambio, en cerezo el trabajo de saneamiento es más complejo por tratarse de una especie difícil de cultivar *in vitro*. No obstante, hemos logrado desarrollar

<sup>1</sup> Explante: tejido vivo separado de su órgano propio y transferido a un medio artificial de crecimiento.

**Cuadro 1.** Porcentaje de plantas saneadas por especie viral. Estudio realizado en 309 meristemos regenerados, obtenidos de 14 accesiones infectadas con siete especies virales.

Virus	Abreviación	Plantas saneadas (%)
<i>Grapevine fan leaf virus</i>	GFLV	50
<i>Grapevine leaf roll associated virus-1</i>	GLRaV-1	95
<i>Grapevine leaf roll associated virus-2</i>	GLRaV-2	75
<i>Grapevine virus A</i>	GVA	12
<i>Arabis mosaic virus</i>	ArMV	100
<i>Grapevine rupestris stem pitting associated virus</i>	GRSPaV	6
<i>Grapevine fleck virus</i>	GFKV	92

una metodología de saneamiento con un porcentaje de regeneración del explante entre 40 y 50 %, dependiendo del tipo de material vegetal desde donde se extrae el explante y la época de colecta. De esta manera, se ha logrado sanear plantas infectadas con *Prunus necrotic ringspot virus*, *Prune dwarf virus* y *Little cherry virus-1*.

### Efectos del saneamiento de virus

Para ejemplificar el efecto del saneamiento de virus en cultivos, se muestran a continuación resultados obtenidos en ajo, una hortaliza que en Chile se encuentra 100 % infectada debido a que se propaga en forma vegetativa, utilizando el bulbillo como estructura de propagación, lo que favorece la diseminación de virus en el cultivo. Esta situación se agrava por la práctica de los productores de ajo de generar sus propios bulbillos para semilla. Para cambiar este escenario, el Laboratorio de Virología de INIA generó plantas de ajo libres de virus, en el marco de un proyecto FIC financiado por el Gobierno Regional de O'Higgins. Durante la temporada 2019, bulbillos de ajo libres de virus fueron establecidos bajo invernaderos con malla antiáfidos, para evitar la reinfección mediante vectores de virus, obteniendo rendimientos superiores en un 34 % (**FIGURA 4**) y

aumento del peso de los bulbos en un 55 %. Cuando se compararon las categorías comerciales de ajo obtenidas en la producción libre de virus con la producción corriente que mantienen los agricultores, se pudo observar que el cultivo libre de virus generó un mayor porcentaje de bulbos en las mejores categorías comerciales (extra-flor 42 % y calidad flor 28 %), mientras que en el cultivo corriente generó el mayor porcentaje de bulbos en las categorías comerciales intermedias (calidades primera y segunda, con un 26 % de los bulbos en cada una) (**FIGURA 5**).

### Mantenimiento de un cultivo libre de virus

Inevitablemente, los huertos y plantaciones establecidas con plantas libres de virus se contaminarán en el tiempo. Aunque los virus no tienen la autosuficiencia para permanecer fuera de su hospedero, se mueven de una planta a otra mediante vectores. Debido a ello, es necesario mantener maternidades o cuarteles de plantas madres saneados bajo un sistema de exclusión, es decir, invernaderos que impidan el ingreso de vectores y que mantengan un sistema de monitoreo constante. De este modo, el material libre de virus queda a disposición del agricultor para cuando se requiera.

Un huerto establecido con material libre de virus y en donde se

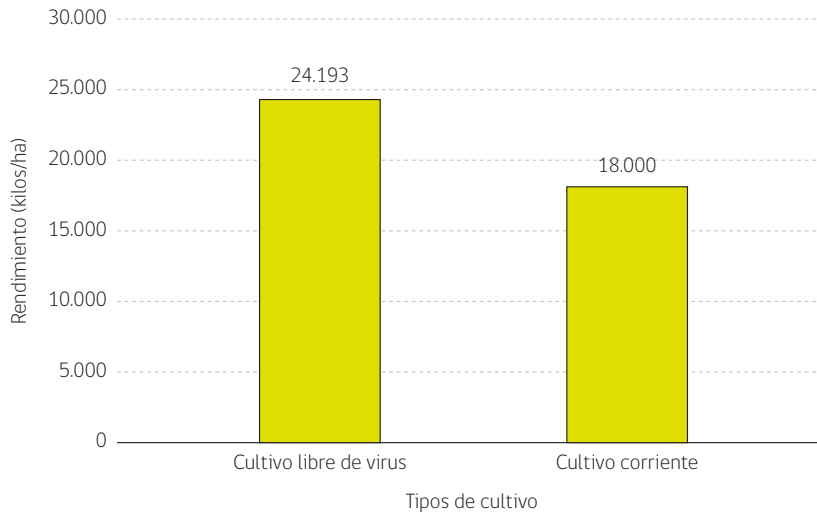


Figura 4. Rendimiento de un cultivo de ajo libre de virus y un cultivo de ajo corriente.

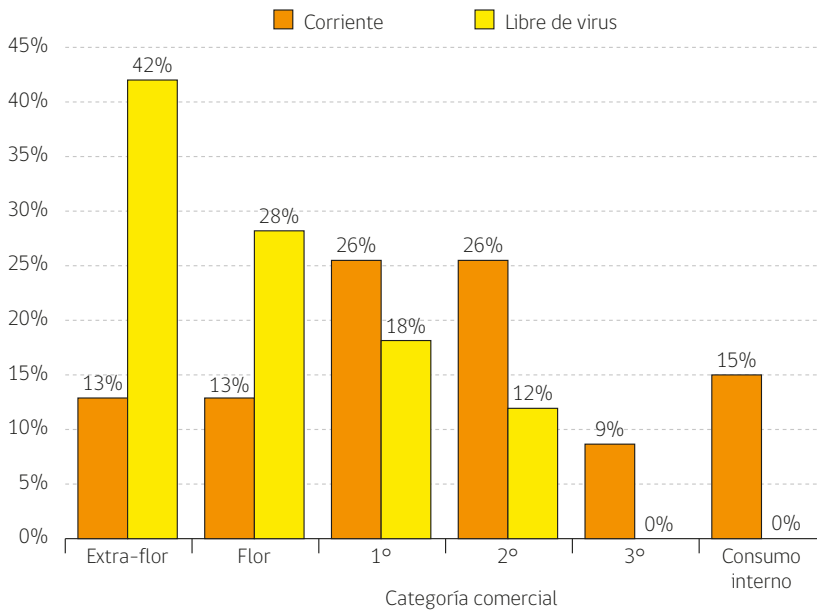


Figura 5. Porcentaje de bulbos de ajo cosechados por categoría comercial. Las barras color amarillo representan el cultivo libre de virus, mientras que las barras color anaranjado representan el cultivo corriente.

En INIA las aplicaciones del saneamiento de virus en especies vegetales se encuentran dirigidas tanto a los programas de mejoramiento genético como a plataformas de servicio para agricultores que desean limpiar sus materiales élite.

haya mantenido un eficiente control de vectores, presentará una infección tardía, por lo que mostrará los efectos de ésta cuando el huerto tenga ya una edad avanzada. En cambio, en cultivos hortícolas como el ajo, el proceso de infección es rápido, por lo que se recomienda iniciar un cultivo en forma tradicional con material de propagación libre de virus, y cada 4 años iniciar nuevamente el cultivo con este tipo de material. Este sistema de renovación del material de propagación cada 4 años está recomendado porque en ese periodo, aunque el cultivo se está infectando en el campo, la concentración de virus no alcanza a afectar en forma considerable el calibre y peso del bulbo de ajo. TA