



# Bacteriófagos como Biocontroladores

de las Bacterias Fitopatógenas con Resistencia al Cobre en la Agricultura



Chile se ha caracterizado como un productor y exportador de frutas de gran calidad a nivel mundial. La superficie de frutales en el país supera las 300.000 hectáreas plantadas. Es así como se ha posicionado como el primer exportador frutícola del hemisferio sur, y dentro de los primeros lugares a nivel mundial, como es el caso de los cerezos y nogales. Se destaca además Chile, por otros diversos frutales de importancia debido a los retornos generados para el país.

Se estima que el área plantada en Chile con cerezos supera las 30.000 hectáreas, con un crecimiento del 57% en los últimos cinco años. Sumado a que es el único país exportador importante que produce en contraestación, lo que le otorga una incomparable ventaja, que se refleja en el primer lugar en términos de valor de exportación. Por otra parte, la industria de los nogales tiene una alta demanda a nivel mundial, debido a su apreciado fruto que posee beneficiosas propiedades nutritivas y para la salud. La producción nacional de nueces está dirigida principalmente al mercado internacional, por lo que la industria



Cerezas afectadas por *Pseudomonas syringae* pv *syringae* y (abajo) nogal con *Xanthomonas arboricola* pv *juglandis*.

está en constantes desafíos y mejoras para lograr diferenciación y competitividad del sector. Según estimaciones de Chilenut y la Chilean Walnut Commission, se proyecta que la producción de nueces se duplicará dentro de los próximos cinco años, alcanzando las 200 mil toneladas en 2024/2025.

En resumen, la industria chilena de frutas ha sostenido un continuo desarrollo y crecimiento en la última década, posicionándose entre los principales productores para algunos cultivos. Es así que esta industria afronta el reto de mantener y acrecentar esta posición de liderazgo, para ello debe resolver diversos factores que le restan competitividad al sector. Uno de los limitantes que más afecta es la presencia de enfermedades bacterianas que causan cuantiosas pérdidas en la producción.

### Enfermedades bacterianas en frutales: Ineficacia de los tratamientos para su control

Muchos de los aspectos epidemiológicos de las enfermedades en frutales aún son desconocidos, es así que las estrategias de manejo no son fácilmente definidas, y en general la enfermedad en zonas donde existen brotes usualmente no son bien controladas.

En Chile, la enfermedad más importante en cerezos es el Cáncer Bacterial causada por *Pseudomonas syringae* pv *syringae*. En condiciones favorables para el desarrollo, las pérdidas de árboles pueden alcanzar hasta 75% en



plantaciones jóvenes, mientras que, en condiciones normales estas pérdidas alcanzan de entre 10 a 20% de los árboles. A su vez, en nogales la Peste Negra, causada por la bacteria fitopatógena *Xanthomonas arboricola* pv

*juglandis*, es la de que genera mayores pérdidas de producción con estimaciones de hasta 80% en condiciones de desarrollo de la bacteria. A nivel nacional no existen registros oficiales que indiquen las pérdidas asociadas y prevalencia de estas enfermedades, pero para ambos casos se presentan con una amplia distribución en las áreas de cultivos de estos frutos.

Actualmente, la principal herramienta de control para bacterias fitopatógenas es a través de pulverizaciones preventivas con tratamientos a base de productos cúpricos. Compuestos que su principal componente biocida es cobre (Cu+2), incluyendo formulaciones como: hidróxidos, óxidos, sulfatos y caldo bordelés, que se han utilizado durante más de 30 años.

A pesar de su extendido uso, su eficiencia es cada vez más cuestionada, debido a la aparición de resistencia en los microorganismos fitopatógenos y a su fitotoxicidad. Es así que la efectividad del tratamiento con productos a base de cobre para el control ha disminuido en el tiempo, debido al aumento de bacterias resistentes a estos agroquímicos, lo que se explica por la capacidad de las bacterias que le permiten desarrollar mecanismos de resistencias. Esto ha generado una serie de efectos colaterales, como: aumento de las dosis para controlar la enfermedad, lo que contribuye a generar mayor resistencia en las bacterias patógenas; acumulación de cobre en los suelos, lo que provoca un impacto negativo


en las plantas, alterando su capacidad de metabolizar nitrógeno, entre otras. Esta situación se agrava considerando evidencias que sugieren la transferencia de genes de resistencia al cobre entre bacterias.

En resumen, el problema de las enfermedades bacterianas en frutales tendría tres componentes principales, la existencia de una enfermedad bacteriana que reduce la producción, el limitado control de la enfermedad, por parte de las alternativas terapéuticas disponibles, y el avance de la enfermedad a nuevos predios, con la subsecuente pérdida de competitividad. Por estas razones, es que los investigadores que trabajan en cultivos agrícolas y salud de plantas han desviado su atención de estos productos agroquímicos a vías alternativas de tratamientos como terapias con bacteriófagos (o fagos).

### Bases de la fagoterapia para el control de enfermedades bacterianas

La aparición de bacterias resistentes a los distintos tratamientos (agroquímicos con cobre), junto a la demanda de productos amigables con el medio ambiente, han renovado el interés por los bacteriófagos y la fagoterapia, lo que se ve reflejado en el explosivo incremento en estudios y patentes al respecto, respaldando el uso de fagos como una alternativa en ámbitos tan distintos como: inocuidad alimentaria, medicina humana, veterinaria, agricultura y acuicultura.

Los fagos son virus que infectan exclusivamente bacterias y por tanto, son inofensivos para las células del hospedero (plantas). La prevalencia actual de numerosas bacterias resistentes a cobre, así como antibióticos para otros casos, otorga a los fagos una renovada importancia, ya que son capaces de destruir su bacteria hospedera mediante lisis (acción bactericida), lo que representa un gran potencial terapéutico y profiláctico. Es así que surge la oportunidad en desarrollar una estrategia de control diferente a las actuales, usando bacteriófagos como un bactericida, que tendrían propiedades inigualables respecto a cualquier químico, por ejemplo: Son agentes bactericidas específicos que no tienen restricción de uso, son inocuos para plantas, mamíferos y humanos, no dañan la microbiota epifita benéfica de los huertos debido a su gran especificidad de acción, capaces de destruir bacterias resistentes a tratamientos clásicos de agroquímicos, pueden ser considerados como producto orgánico, entre otras.

Por lo tanto, con el desarrollo de nuevas alternativas para el control de enfermedades en frutales se lograría diferenciar y potenciar la industria nacional, aumentando su producción, además de sumar externalidades positivas, ya que, al disminuir el volumen de cúpricos en los cultivos, derivará en una mejor recepción para la venta en los mercados internacionales, porque se generaría una mayor aceptación de los productos generados en Chile. 

Gastón Higuera G.  
Dr. Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias  
Laboratorio de Biotecnología, INTA

# Determinación de Micotoxinas

## soluciones analíticas para varios productos



**RIDASCREEN®**  
ELISA sensibles para una detección cuantitativa



**RIDASCREEN® FAST**  
ELISA cuantitativo para resultados rápidos



**Immunoaffinity and Clean-up columns**  
Purificación de muestras antes de HPLC /GC/LC-MS/MS y ELISA



**RIDA® QUICK RQS**  
Pruebas de Flujo Lateral para una detección cuantitativa



**RIDA® QUICK**  
Pruebas de flujo Lateral para una detección semi cuantitativa



**Trilogy®**  
Material de referencia certificado y estándares para control de calidad

