



Berries: ¿cómo realizar una producción más inocua?

Editores:

Carmen Gloria Morales A. / Javier Chilian

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

BOLETÍN INIA / N°445



ISSN 0717-4829



GOBIERNO
REGIONAL
DEL MAULE



Descubre el
Maule
El corazón de Chile

Berries: ¿cómo realizar una producción más inocua?

Editores

Carmen Gloria Morales Alcayaga

Javier Chilian

Centro Regional de Investigación INIA Raihuén

Editores

Carmen Gloria Morales Alcayaga
Ingeniera Agrónoma, M.Sc.
Investigadora / Extensionista INIA Raihuén

Javier Chilian
Licenciado en Genética, Dr.
Investigador INIA Quilamapu

Consultores técnicos

Andrés France I.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D.
Fitopatólogo/ Plant Pathologist
INIA Quilamapu

Gamaliel Lemus Sepúlveda
Ingeniero Agrónomo, M.S.
Líder Grupo de Especialidad Frutales INIA
Rayentué

Robert Pierre Andrés Giovanetti Machuca
Ingeniero Agrónomo
Representante macrozonal O´Higgins
y Maule Fundación para la Innovación
Agraria - FIA

Director Regional INIA

Rodrigo Avilés Rodríguez

Boletín INIA N°445

Cita bibliográfica correcta

Morales A., Carmen Gloria y Chilian, Javier
(Eds.) 2021. "Berries: ¿cómo realizar una
producción más inocua?". Boletín INIA N°
445, 76 p. Instituto de Investigaciones
Agropecuarias. Villa Alegre, Chile.

ISSN: 0717- 4829

Este boletín fue editado por el Instituto
de Investigaciones Agropecuarias, Centro
Regional de Investigación INIA Raihuén,
Ministerio de Agricultura.

Publicación desarrollada en marco
del proyecto "Programa de extensión,
capacitación, investigación e innovación
en berries para la región del Maule" PYT-
2017-0835, desarrollado entre los años
2017-2021 con apoyo de Fundación
para la Innovación Agraria (FIA), a través
Gobierno Regional del Maule y que
ejecutó INIA Raihuén.

Permitida su reproducción total o parcial
citando la fuente y los editores.

Edición de textos

Hugo Rodríguez A.

Diseño, Diagramación e Impresión:

Marketing & Comunicación

Cantidad de ejemplares: 300

Villa Alegre, Chile, julio 2021.

Autores de capítulos

Carmen Gloria Morales Alcayaga

Ingeniera agrónoma, M.Sc. Fisiología Vegetal
Investigadora y extensionista de Berries
INIA Raihuén

Paz Millas Ortiz

Ingeniera agrónoma, Dra. Ciencias Agrarias
Investigadora – Fitopatóloga
INIA Quilamapu

Andrés France Iglesias

Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Investigador – Fitopatólogo
INIA Quilamapu

María Esperanza Sepúlveda Sanhueza

Ingeniera agrónoma, Mg.Cs.
Investigadora Control Biológico
INIA Quilamapu

Patricio Abarca Reyes

Ingeniero agrónomo, M.Sc.
Transferencia Tecnológica y Extensión
INIA Rayentué

Índice

Prólogo	7
Capítulo 1.	11
Aspectos normativos asociados a la inocuidad en la producción de berries.	
1.1. Antecedentes generales	
1.2. Principales riesgos para la pérdida de inocuidad del producto comercial	
1.3. Normativas a nivel internacional	
1.4. Normativas a nivel nacional	
1.5. Consideraciones generales	
Capítulo 2.	21
Aspectos de manejo para disminuir la incidencia de enfermedades en arándano y frambuesa.	
2.1. Antecedentes generales	
2.2. Enfermedades comunes para arándano y frambuesa	
2.2.1. Pudrición gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	
2.2.2. Agallas del cuello en arándano y frambuesa (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>)	
2.2.3. Pudrición del cuello y raíces (<i>Phytophthora spp.</i>)	
2.2.4. Pudrición carbonosa (<i>Macrophomina phaseolina</i>)	
2.3. Enfermedades específicas de arándano	
2.3.1. Cancrosis del cuello (<i>Neofusicoccum spp.</i>)	
2.3.2. Tizón del tallo (<i>Pestalotiopsis spp.</i>)	
2.3.3. Plateado (<i>Chondrostereum purpureum</i>)	
2.4. Enfermedades específicas de frambuesa	
2.4.1. Tizón de la yema (<i>Didymella applanata</i>)	
2.4.2. Tizón de tallos (<i>Leptosphaeria coniothyrium</i>)	
2.4.3. Roya (<i>Pucciniastrum americanum</i>)	

Capítulo 3. 45

Uso de controladores biológicos para el manejo de plagas en huertos de arándano y frambueso.

- 3.1. Antecedentes generales
- 3.2. Hongos Entomopatógenos
- 3.3. Modo de acción
- 3.4. Producción de hongos entomopatógenos en INIA
- 3.5. Estrategias de aplicación
- 3.6. Consideraciones finales

Capítulo 4. 55

Eficiencia de aplicación de productos fitosanitarios para mayor inocuidad en la producción de frambueso

- 4.1. Antecedentes generales
- 4.2. Consideraciones objetivas para mejorar la inocuidad alimentaria en el cultivo de frambueso
 - 4.2.1. Plaguicidas
 - 4.2.2. Calidad de agua para la aplicación de plaguicidas
 - 4.2.3. Inspección de pulverizadores agrícolas en uso
 - 4.2.4. Regulación de pulverizadores agrícolas
 - 4.2.5. Condiciones climáticas y atmosféricas

Prólogo

El alto interés de los consumidores por disponer de alimentos más sanos, ha impulsado la demanda mundial por productos certificados y con aporte funcional. En este sentido, la producción de arándanos, frambuesas y frutillas, se ajusta perfectamente a los requerimientos del mercado, lo que ha ocasionado que en los últimos diez años la demanda de berries mostrara un crecimiento sostenido. Para Chile, que es uno de los países líderes en exportación de berries del hemisferio sur y uno de los principales a nivel mundial, este escenario no deja de ser interesante.

Sin embargo, la misma preocupación por consumir productos de mayor calidad e inocuidad, está forzando al mercado y a los entes reguladores de todo el mundo, a colocar niveles de exigencia cada vez más estrictos con respecto a la carga de productos químicos y/o de microorganismos que pudiesen contener los alimentos, entre los que se incluyen los berries congelados. En nuestro país, el subsegmento de los congelados tiene un papel destacado en cuanto a rentabilidad, según la Plataforma de

Información de la Industria Frutícola Chilena (SimFRUIT), donde se indica que durante el período enero-octubre de 2020, los berries congelados registraron ventas por un valor de USD 386 millones FOB.

Para continuar con su buen ritmo de exportaciones y seguir siendo competitivos, Chile debe seguir ofreciendo un producto homogéneo y de alta calidad, cumpliendo, así, con las exigencias de los mercados y con los compromisos internacionales suscritos. Surge entonces la necesidad de transitar hacia sistemas de producción de alimentos más sustentables e inocuos.

Considerando la importancia de que todos los actores de la cadena de berries puedan conocer los protocolos que permitan dar garantías a los mercados de exportación, es que existe una preocupación genuina y responsable por aumentar los controles y entregar una fruta sana e inocua a los consumidores. Es así que, en el primer capítulo de este Boletín, se revisarán los **principales aspectos normativos asociados a la inocuidad en la producción de berries.**

Siendo las enfermedades uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de berries, y para el que tienen que aplicar una mayor cantidad de productos químicos, conocer las enfermedades que afectan sus huertos, como las principales estrategias para su manejo, es otro de los temas que se abordan en el capítulo alusivo a los **aspectos de manejo para disminuir la incidencia de enfermedades en arándano y frambueso**.

En este contexto, y pensando en la inocuidad de la fruta que se obtiene y comercializa, el capítulo **Uso de controladores biológicos para el manejo de plagas en huertos de arándano y frambueso** aborda una estrategia de control biológico que permitiría minimizar la aplicación de productos químicos.

Finalmente, y para cuando es necesaria la utilización de productos químicos, el último capítulo, llamado **Eficiencia de aplicación de productos fitosanitarios para mayor inocuidad en la producción de frambueso**,

aborda la aplicación eficiente de los mismos, con recomendaciones técnicas y de control a nivel de campo, que pueden ser de utilidad para profesionales y técnicos del sector.

Garantizar la inocuidad de los berries producidos en Chile es fundamental para mantener nuestros mercados de envío y crea, además, una imagen positiva para los exportadores de berries congelados.

Debe destacarse que este Boletín surge en el marco del Programa de Extensión Berries Maule, iniciativa financiada por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) del Gobierno Regional del Maule, con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y ejecutada por INIA Raihuén, el cual busca ser un apoyo técnico y de promoción al fortalecimiento de las capacidades especializadas en asesores(as) del sector berries, así como a agricultores(as), académicos(as) del área de frutales menores y todos aquellos(as) para los que este tema sea de interés.

Carmen Gloria Morales
Javier Chilian



**Aspectos de manejo para disminuir
la incidencia de enfermedades en
arándano y frambueso**

1

Capítulo



Capítulo 1.

Aspectos normativos asociados a la inocuidad en la producción de berries

Carmen Gloria Morales Alcayaga
carmengloria.morales@inia.cl

1.1. Antecedentes generales

Los berries se encuentran en el grupo de alimentos cada vez más demandado por los consumidores, dadas sus componentes funcionales y atractivos atributos organolépticos. En la producción de estos frutos se requiere contar con protocolos que garanticen que dicho proceso se realice bajo la gestión de aseguramiento, tanto de la calidad, entendiéndose como todos aquellos atributos de interés por el consumidor en términos de la forma, tamaño, color, aroma, sabor y firmeza del fruto, así como de su condición sanitaria, definida como inocuidad, concepto cada vez más incorporado a nivel predial.

El concepto inocuidad ha sido cada vez más asimilado por los agentes claves en el proceso productivo, como son los agricultores. La necesidad de obtener un fruto comercial que no genere daño a quien lo consuma, los ha instado a implementar diversas acciones, con el fin de dar cumplimiento al portafolio de requerimientos definidos para el negocio de fruta en fresco o para el proceso agroindustrial.

Son diversas las amenazas latentes que pueden afectar la inocuidad del alimento cultivado. Por dicha razón, el mercado internacional importador se ha transformado en un estricto fiscalizador del cumplimiento de los sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad, promoviendo la obligatoriedad de implementar sistemas de control de riesgos de contaminación en los diferentes eslabones de la cadena de producción y comercialización. Mantener la confianza del consumidor resulta ser una prioridad, de lo contrario se cerrarían mercados y cadenas logísticas que afectan a diversos intermediarios y colaboradores del proceso de exportación, incluyendo sanciones administrativas y comerciales.

1.2. Principales riesgos para la pérdida de inocuidad del producto

Las alternativas de agentes contaminantes o factores que pueden incidir sobre la inocuidad de la producción de berries son diversas, pudiendo ser del tipo microbiano, químico o físico. También pueden resultar como consecuencia de una deficiente gestión intrapredial, a través del uso de productos fitosanitarios de manera inadecuada, contaminantes ambientales o higienización de zonas y de las personas.

En el grupo de las afecciones por agentes microbianos, resultan ser norovirus y hepatitis A los que han dominado en los registros de las fuentes de notificación de contaminación que varían según cada país. La relevancia de controlar los puntos de contaminación con ambos agentes, radica en conocer a estos patógenos, pero, a su vez, reconocer las implicancias en la salud de las personas y, por ende, el negocio. Dicha información ayudaría a generar una mayor sensibilidad y preocupación en el control de los puntos de contaminación de la fruta a lo largo de la cadena de manipulación y comercialización, que frecuentemente se da a nivel de producción primaria en campo y en el área agroindustrial, cuando se tiene contacto directo con el producto que llega al consumidor. En este sentido, destaca el trabajo realizado por el Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos CECTA - Universidad de Santiago "Protocolo de Monitoreo de la Cadena Productiva de Frambuesa, para el Control de Riesgos Asociados a Norovirus y Virus Hepatitis-A" (2019), que promueve el monitoreo a través de la aplicación de protocolos y criterios en los diferentes procesos por los que pasan los berries, desde la cosecha, hasta llegar a la preparación del producto que llegará al consumidor.

Dentro del grupo de los agentes químicos se encuentran aquellos residuos derivados de la inadecuada aplicación, en dosis y volumen, de mojamientos en campo de plaguicidas o que, en algunos casos, no han sido autorizados para el estado fenológico del cultivo. En este grupo también es posible sumar el efecto de los contaminantes ambientales como, por ejemplo, el plomo y el mercurio.

En la mirada de garantizar la trazabilidad, inocuidad y consolidación del negocio de los berries, es preciso evaluar todos aquellos aspectos requeridos por la normativa nacional y de cada uno de los mercados objetivos.

1.3. Normativas a nivel internacional

Han sido décadas de motivación en el desarrollo e implementación de protocolos para proteger y mejorar la salud de las personas. En este aspecto, existen diferentes coordinaciones. Entre las más destacadas está la Organización para la Salud y Seguridad Pública (NSF International), que cuenta con amplia trayectoria en la generación de estándares y certificaciones para la inocuidad alimentaria. Entre otros, incluye aspectos de cuidado de los recursos naturales, apoyos de capacitación y gestión de riesgos con un enfoque preventivo.

En el sentido de coordinar y validar protocolos en relación a la seguridad de los productos comercializados en el segmento de los alimentos, la normativa internacional que lidera en esta área es el *Codex Alimentarius*, programa conjunto entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que rige desde el año 1981. Contiene las normas internacionales de los alimentos, reglamentos y prácticas para proteger la salud de los consumidores, junto con permitir una fluida comercialización. Bajo esta mirada se han consolidado diversas unidades colaborativas para promover la sensibilización frente a la seguridad en la producción de alimentos, la homologación de programas y normativas de aseguramiento de la inocuidad, sin afectar la calidad.

En sintonía con lo anterior, como una forma de cuidar la seguridad de las personas y del negocio, existen diferentes instancias normativas que regulan la producción de alimentos que funcionan e integran normativas a nivel internacional. Entre ellas destaca la GLOBALG.A.P. (2007), surgida en 1997 como EUREPGAP en el mercado británico, y que se extendió masivamente, dado el interés de múltiples productores de ser parte de este sistema de certificación independiente que integra la inocuidad de los alimentos, considerando los aspectos ambientales, las personas y los animales.

En la actualidad, es el programa que lidera a nivel mundial.

En Estados Unidos se registra la oficialización de las normas más recientes. La primera data del 2011 y es denominada “Ley de Modernización de la Inocuidad Alimentaria” o “Ley FSMA” (Food Safety Modernization Act), la cual establece un protocolo de inocuidad desde el productor y de todos los integrantes de la cadena productiva del alimento, obligando a la prevención de riesgos para evitar brotes contaminantes que, finalmente, enfermen al consumidor.

La segunda norma, destinada al mercado del arándano chileno producido en las regiones de Ñuble y Biobío (Foto 1.1.), corresponde al Systems Approach, y consiste en un conjunto de medidas de manejo del riesgo de dos plagas cuarentenarias, aminorando su prevalencia, permitiendo la exportación, garantizando las condiciones que exige el mercado norteamericano, y sin la necesidad de una fumigación con bromuro de metilo, que afecta la calidad y la condición de fruta orgánica.



Foto 1.1. Huerto de arándanos variedad Duke. Huerto para fruta de exportación a Estados Unidos, región del Biobío.

1.4. Normativas a nivel nacional

En Chile, la producción de alimentos provenientes del sector agrícola, consumidos ya sea en fresco o comercializados en formato de congelado como es el caso de los berries, se realiza bajo la implementación y cumplimiento de la normativa básica denominada Buenas Prácticas Agrícolas-BPA. Estas corresponden a una herramienta de competitividad que considera un conjunto de acciones y prácticas, que permiten prevenir riesgos y anticiparse al control a través de un manejo oportuno.

En el país se ha promovido la inocuidad de la frambuesa de exportación (Foto 1.2.) por cerca de 20 años, a través de la norma bajo la resolución N°3.410, la que, a junio de 2021, se encuentra en proceso de actualización por parte del Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. A través de ella, gradualmente los productores las han ido adoptando, en el sentido de lograr seguridad en la producción y resguardo de las personas. Además, ha permitido tener la trazabilidad que exige el sistema de comercialización, contando con el seguimiento a lo largo de toda cadena, desde el productor al consumidor, complementándose perfectamente con las exigencias a nivel de proceso.

Esto se realiza a través del Programa de Control Oficial en Frambuesas de Exportación que verifica la inocuidad de la frambuesa comercial y la ruta que sigue desde el productor hasta la comercialización. Esta trazabilidad se ejerce por medio de un código que se obtiene en el Sistema de Registro en Línea del SAG.



Foto 1.2. Frambuesa variedad Heritage de huerto comercial para exportación, Región del Maule.

En términos de promover y difundir la producción inocua de berries, se han generado diferentes instancias colaborativas entre los servicios del agro de Chile, liderados por SAG, y al que se incorporan activamente INDAP, INIA, ACHIPIA y FUCOA. Esta colaboración incluye como base, la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas o BPAs.

Específicamente para el sector berries, desde el año 2018 SAG e INIA han llevado a cabo un convenio marco de colaboración que contempla programas de capacitación y difusión, en temas relacionados con plaguicidas e inocuidad de los alimentos. La iniciativa considera el acercamiento y perfeccionamiento para revisores en la preparación de los campos, de acuerdo a lo requerido por las nuevas normas internacionales, con el apoyo de ACHIPIA.

Desde INDAP se ha promovido y apoyado activamente la implementación de BPAs con una mirada de la industria exportadora; sin embargo, existe un promisorio mercado interno, respaldado y visibilizado a través de la acreditación del denominado “Sello Manos Campesinas”, que garantiza que el producto ha sido generado por pequeños productores de origen campesino, bajo un esquema justo, y que cumplen con los requerimientos sanitarios de la norma vigente y con un bajo impacto ambiental.

1.5. Consideraciones generales

La seguridad de las personas debe ser una prioridad permanente, durante el proceso de obtención de frutos de berries, ya sea para el mercado del fresco, congelado o procesado, así como también durante el resto de la cadena de comercialización. Se debe garantizar que no existan efectos negativos en la salud del consumidor final, lo que debe ser un objetivo consciente y responsable.

El inicio de la puesta en marcha de un sistema de gestión de aseguramiento de la calidad, en la medida que todos colaboren y trabajen en función de él, facilitará la implementación y adopción de protocolos, según lo establezca cada norma y sus respectivos portafolios.

En relación a la implementación, por ejemplo, de Buenas Prácticas Agrícolas a nivel de campo, se recomienda evaluar una estrategia por etapas, revisando aquellos puntos críticos que permitan una pronta puesta en marcha, considerando aspectos de factibilidad técnica y económica. Siempre se debe contar con un registro, ya que es el verificador que permitirá respaldar si se realizó o no una labor o exigencia de la norma vigente. Establecer prácticas acordes al monitoreo y planificación, permitirá tener un manejo de plagas y enfermedades más eficiente, al igual que en el uso de plaguicidas.

Para garantizar el cumplimiento de la inocuidad del fruto, es recomendable establecer rutinas y normas internas de sanitización de los espacios y de los materiales de uso en campo, y también de higiene de las personas y zonas de descanso. De esa manera se disminuirán los riesgos de contaminación.

El negocio de los berries puede ser competitivo en la medida que todos respeten los protocolos y normativas. Las BPAs son la base del proceso, ya que evitan riesgos para la salud y seguridad de los productores, trabajadores agrícolas y consumidores. Al mismo tiempo, favorecen la conservación de los recursos naturales y promueven el equilibrio del sistema productivo.

Literatura consultada

CECTA, 2019. Protocolo de monitoreo de la cadena productiva de frambuesa, para el control de riesgos asociados a Norovirus y Hepatitis-A. Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos - Universidad de Santiago de Chile, INDAP, Chilealimentos, Achipia, 80 p.

FDA, 2011. Reglas y directrices relacionadas con la Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria - FSMA. Disponible en <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/fsma-rules-guidance-industry>. Consultado en abril 2021.

Morales A., Carmen Gloria (2009). Buenas prácticas agrícolas en la producción de frambuesas [en línea]. Villa Alegre: Informativo INIA Raihuén N°45. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4331>. Consultado en mayo 2021.

SAG, 2002. Programa de Control Oficial en Frambuesas de Exportación. Resolución 3410: establece procedimiento para garantizar aptitud para el consumo de frambuesas para exportación. Disponible en <https://normativa.sag.gob.cl/Publico/Normas/DetalleNorma.aspx?id=204352>. Consultado en mayo 2021.



**Aspectos de manejo para disminuir
la incidencia de enfermedades en
arándano y frambueso**

2
Capítulo



Capítulo 2.

Aspectos de manejo para disminuir la incidencia de enfermedades en arándano y frambueso

Paz Millas O. / pmillas@inia.cl

Andrés France I. / afrance@inia.cl

2.1. Antecedentes generales

Dentro del manejo de los berries, una parte muy importante es el control de enfermedades, ya que si no se realiza adecuadamente, se pueden afectar los rendimientos, la calidad del producto y la viabilidad del huerto. La incidencia y severidad de las enfermedades varía en virtud de la especie y variedad, de los patógenos presentes en el territorio y de las condiciones ambientales. Con el manejo agronómico podemos influir en la incidencia y severidad de las enfermedades, ya sea seleccionando variedades más tolerantes o resistentes, modificando condiciones ambientales a través de densidades de plantación, frecuencias de riego, fertilización, tipos de poda, uso de cubiertas, camellones, etc., y disminuyendo las poblaciones de los patógenos con distintos métodos de control.

Para realizar manejos efectivos del control de enfermedades, es fundamental detectar e identificar los patógenos de cada especie frutal y conocer los ciclos de las enfermedades. Algunas de ellas son comunes para todos los berries y otras son específicas para un determinado frutal.

Enfermedades comunes para arándano y frambuesa

Pudrición gris (*Botrytis cinerea*)

Agallas de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

Pudrición del cuello y raíces (*Phytophthora spp.*)

Pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*)

Enfermedades específicas de arándano

Cancrosis del cuello (*Neofusicoccum spp.*)

Tizón de los tallos (*Pestalotiopsis sp.*)

Plateado (*Chondrostereum purpureum*)

Enfermedades específicas de frambuesa

Roya (*Pucciniastrum americanum*)

Tizón de la caña (*Leptosphaeria coniothyrium*)

Tizón de la yema (*Didymella applanata*)

2.2. Enfermedades comunes para arándano y frambuesa

2.2.1. Pudrición gris (*Botrytis cinerea*)

La pudrición gris es causada por el hongo *Botrytis cinérea*. Este es un patógeno altamente polífago que afecta a más de 200 especies de importancia agrícola. Aunque el daño principal que ocasiona se ve en los frutos, que son afectados durante todo el periodo de desarrollo, incluso en post-cosecha, este hongo ataca casi cualquier tejido de la planta, siendo las flores especialmente susceptibles. Causa tizón en brotes e inflorescencias en arándano y frambueso, pero también puede generar tizón en ramillas o brotes nuevos.

Síntomas

El principal síntoma se produce por la presencia de moho gris (micelio y conidias) en los tejidos afectados (Foto 2.1.). En los frutos se puede ver una pudrición blanda y acuosa, mientras que en las flores e inflorescencias se produce un atizonamiento. También se puede producir deshidratación y caída en frutos, y necrosis en brotes, hojas nuevas e inflorescencias. En cañas nuevas de frambuesa o ramillas de arándano afectados por *Botrytis* es posible observar esclerocios negros (Foto 2.2.).



Foto 2.1. Presencia de moho gris sobre tejidos infectados: a) sobre frutos, b) sobre flores, c) sobre ramillas.



Foto 2.2. Presencia de esclerocios de *Botrytis cinerea*: a) sobre ramas de arándano, b) sobre cañas de frambuesa.

Epidemiología y manejo

Este hongo pasa el invierno como micelio dormante sobre restos vegetales o como esclerocio. Durante la primavera, masas de conidias son producidas a partir del micelio que germina desde los esclerocios, siendo fácilmente dispersadas por el viento hacia tejidos susceptibles. Bajo condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas (15 a 20 °C), el hongo puede infectar flores, hojas y tallos, causando severos daños. En el tejido de la temporada vuelve a producir gran cantidad de conidias que constituyen el inóculo secundario de la enfermedad, y que se dispersan durante el periodo de crecimiento para producir nuevas infecciones (Figura 2.1.).

Para el manejo de la enfermedad se recomienda adoptar cualquier estrategia que mejore la ventilación del huerto, como orientar las hileras en favor del viento, eliminar las ramas enfermas o con esclerocios, podar dejando una baja cantidad de cañas y abrir la estructura de las plantas. Tener en cuenta no sobrepasar la recomendación de nitrógeno, ni aplicarlo muy entrado el verano, para evitar excesiva producción de follaje y tejidos juveniles por mucho tiempo.

Se recomienda aplicar productos botriticidas al follaje desde floración hasta cosecha de los frutos. Se pueden utilizar productos químicos o biológicos, dependiendo de la severidad de la enfermedad, el periodo fenológico o el tipo de producción. En caso de utilizar fungicidas químicos, se debe ir alternando entre los distintos grupos para reducir el riesgo de resistencia. Entre los grupos más utilizados se encuentran las Estrobilurinas, inhibidores de esteroides, fenilpurroles, dicarboximidas y cloronitrilos. Entre los botriticidas biológicos más utilizados se encuentran los formulados en base a *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Trichoderma* spp, *Beauveria* sp. y extractos de cítricos.

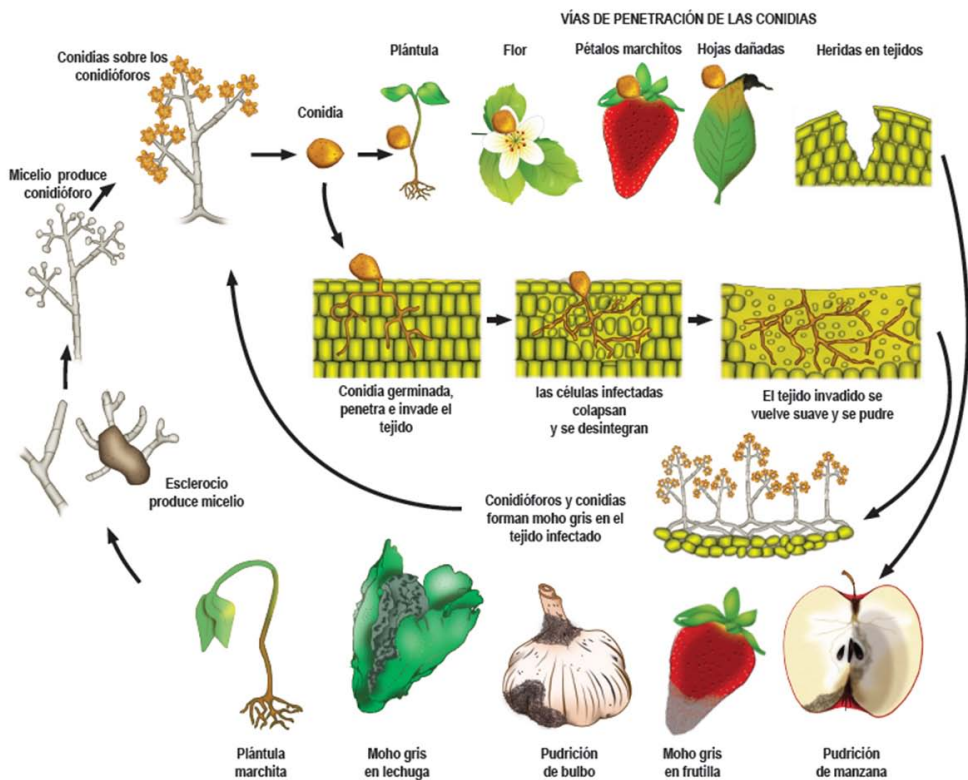


Figura 2.1. Ciclo de la pudrición gris causada por *Botrytis cinerea*.

2.2.2. Agallas del cuello en arándano y frambuesa

El agente causal más conocido de la agalla de la corona es la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Actualmente se reconoce que otras especies como *Agrobacterium rubi*, *Agrobacterium arsenijevicii* y *Rhizobium rhizogenes*, también causan agallas en berries en otros países.

El plásmido que portan estas especies de bacterias agalladoras, puede infectar unos 140 géneros y a más de 90 familias de plantas, entre las que se encuentran plantas ornamentales, frutales de carozo y berries. Esta enfermedad está distribuida mundialmente y causa importantes pérdidas económicas a nivel de vivero y también en los huertos de los productores, donde las plantas afectadas disminuyen su crecimiento y producción.

Síntomas

El síntoma característico de esta enfermedad es la presencia de tumores o agallas a nivel del cuello y raíces (Foto 2.3.). Los síntomas en el follaje no son evidentes a nivel de vivero, pero en plantas nuevas, y posterior al trasplante, se evidencia una clorosis y enrojecimiento en las hojas, disminución en el crecimiento y, eventualmente, la muerte de la planta.



Foto 2.3. Agallas en cuello y raíces: a) arándano; b) frambuesa.

Las agallas tienen una consistencia relativamente más blanda que un callo de cicatrización. Pueden crecer hasta alcanzar tamaños de 5 cm de diámetro, y en su interior se observa un tejido esponjoso y de textura irregular (Foto 2.4.). Estos sobrecrecimientos pueden ser confundidos con tumores producidos por exceso de aplicaciones de estimulantes del crecimiento.



Figura 2.4. Estructura irregular de tejido interno de una agalla de la corona.

Epidemiología y manejo

Agrobacterium tumefaciens es una bacteria presente en la rizósfera que produce la proliferación de tumores en los tejidos de los vegetales atacados. Ante una herida o daño producido en la zona del cuello de una planta susceptible, la bacteria es atraída por compuestos que la planta libera al suelo. La bacteria ingresa a la planta a través de la herida, traspasando un segmento de ADN proveniente del plásmido Ti (tumor induction), que codifica para la síntesis de reguladores de crecimiento. La célula vegetal, ahora genéticamente transformada al haberse integrado este segmento de ADN en su propio ADN, empieza producir hormonas vegetales en concentraciones superiores a las normales, lo que conlleva un aumento de la división celular y a la producción de tumores.

Los principales focos de diseminación de la bacteria son las camas de propagación en invernadero. La bacteria puede entrar a la planta por heridas producidas por cortes de estacas, daños mecánicos o por insectos masticadores.

Todas las variedades de arándano y frambuesa son susceptibles a *Agrobacterium tumefaciens*; por lo tanto, el medio más efectivo de control es plantar en suelos sanos y usar plantas de vivero libres del patógeno. En suelos donde haya existido la enfermedad, se deben hacer rotaciones por tres años o más, utilizando especies no hospederas, como gramíneas u hortalizas de hojas verdes. Es conveniente utilizar sustratos fumigados en las camas de propagación de plantas.

Tanto en los viveros como al momento de plantar en huertos, las plantas deben ser cuidadosamente inspeccionadas. Aquellas que presenten agallas deben ser inmediatamente eliminadas. Esta práctica es especialmente importante en los viveros, lo que evita el contagio de plantas sanas. Asimismo, resulta necesario adoptar prácticas de manejo, para evitar el daño de las raíces. Entre estas prácticas está el control de insectos, el trasplante meticuloso para no generar heridas, etc. **No se recomienda** utilizar *Agrobacterium radiobacter* cepa K-84, ya que se ha demostrado científicamente que esta cepa es capaz de inducir tumores cuando adquiere el plásmido Ti desde cepas patógenas de *Agrobacterium*.

2.2.3. Pudrición del cuello y raíces (*Phytophthora spp.*)

Esta enfermedad es producida por varias especies de *Phytophthora* entre las cuales se encuentran: *P. cinnamomi* y *P. citrophthora*, *P. cactorum*, *P. megaesperma*, *P. cryptogea*.

La Pudrición del cuello está distribuida a nivel mundial y afecta a una gran cantidad de plantas cultivables, entre las que se encuentran los berries. Tiene una gran importancia económica por la disminución de rendimiento, pero fundamentalmente por la alta mortalidad de plantas que este patógeno genera cuando existen condiciones de mal drenaje o exceso de humedad en los suelos.

Síntomas

El síntoma más característico es la necrosis de las raíces, las que pasan a tener una coloración entre café rojizo y negro, y la corteza se desprende con facilidad. En el follaje se observa amarillez y enrojecimiento de hojas, junto con algún grado de defoliación (Foto 2.5.).

En frambuesa es posible observar necrosis del borde de las hojas. Las plantas afectadas presentan menor crecimiento y falta de vigor. También se produce mayor aborto floral y producción de fruta más pequeña.



Foto 2.5. Síntomas de *Phytophthora sp.* en follaje: a) frambuesa; b) arándano.

La infección en las especies de *Phytophthora* se produce por un tipo de espora flagelada llamada zoospora. Estas esporas se mueven por el agua en búsqueda del tejido de la raíz o del cuello. Una vez que contactan a la planta, se enquistan en el tejido y producen micelio y esporangios. En la fase sexual de la enfermedad se produce una espora denominada oospora, de la cual también se producen esporangios y posteriormente zoosporas (Figura 2.2.),

La principal forma de evitar la enfermedad, es impedir el contacto del agua con el cuello de la planta, por lo que es muy importante plantar en suelos bien drenados y en camellones altos. Deben evitarse los riegos excesivos que produzcan aposamientos, y debe tenerse extremo cuidado de que el riego por micro aspersión no moje el cuello de la planta. Así mismo, es imprescindible eliminar las plantas muertas o visiblemente enfermas, para evitar el contagio de las plantas vecinas.

Las plantas que han sido afectadas pueden ser tratadas con aplicaciones al suelo de fungicidas específicos para oomicetos o con *Trichoderma*. La clave para el manejo de esta enfermedad es evitar la acumulación de agua en la zona de raíces y cuello.

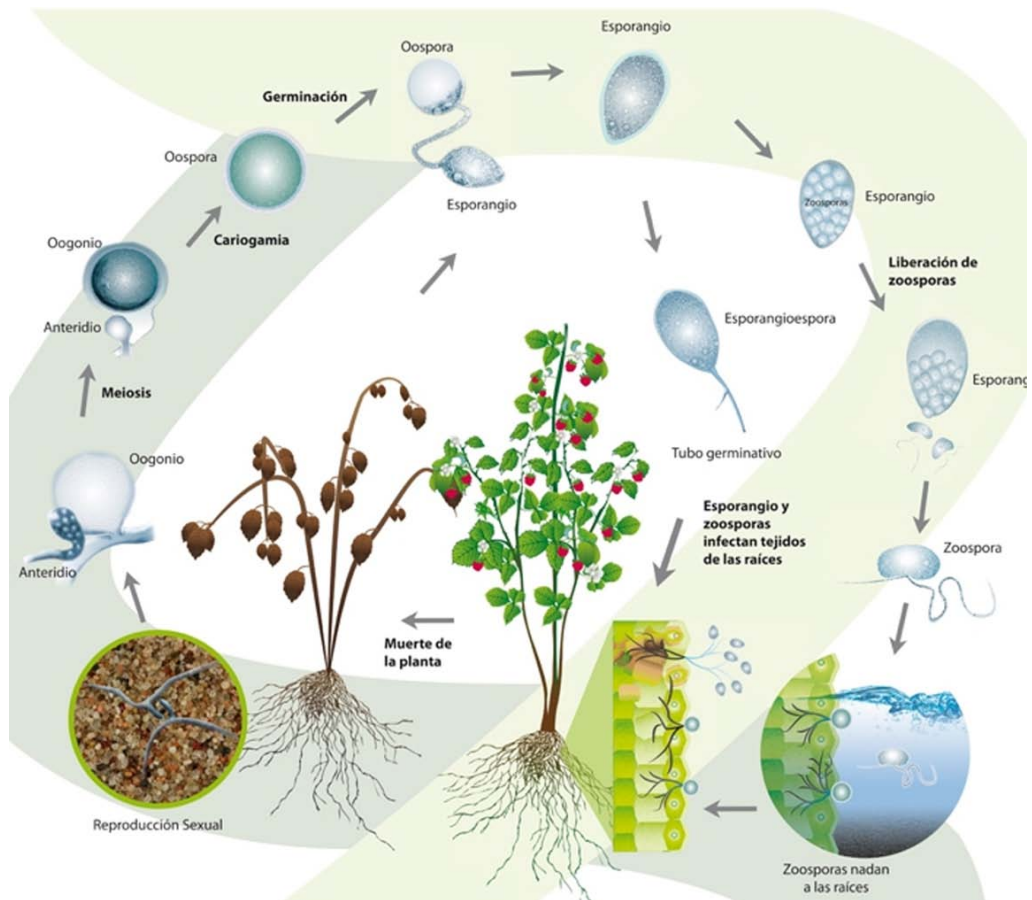


Figura 2.2. Ciclo de la pudrición del cuello y de las raíces, causadas por *Phytophthora* spp.

2.4. Pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*)

Macrophomina phaseolina es un hongo de suelo que causa la enfermedad conocida como pudrición o podredumbre carbonosa. Es un patógeno muy polífago, ya que afecta a unas 500 especies y a más de 100 familias de plantas, dentro de los cuales se incluyen los berries.

Es una enfermedad altamente destructiva, que produce colapso y muerte de las plantas. Además, no se conoce un control curativo para esta enfermedad.

Síntomas

Este patógeno produce una clorosis inicial del follaje, que luego da paso a una rápida pérdida de hojas. A medida que progresa la enfermedad, junto con la marchitez del follaje, se observa un oscurecimiento de la madera a nivel del cuello. Bajo la corteza de plantas enfermas, entre la zona del cuello y las raíces primarias, es posible visualizar pequeñas estructuras de forma esférica e irregular, denominadas microesclerocios (Foto 2.6.). Estas estructuras corresponden a una masa compacta y dura de micelio que le permite al hongo resistir condiciones ambientales adversas. Este hongo produce un ablandamiento de la madera del cuello, dañando el tejido vascular, lo que dificulta la absorción de agua. La planta finalmente se seca y muere (Foto 2.7.).



Foto 2.6. Presencia de esclerocios bajo la corteza del cuello de arándano. En el círculo se muestran esclerocios magnificados.



Foto 2.7. Planta de arándano muerta por ataque de *Macrophomina phaseolina*.

Epidemiología y manejo

El desarrollo del hongo se favorece con altas temperaturas y bajos contenidos de humedad del suelo, por lo que en verano hay una mayor incidencia y los síntomas se aprecian con más severidad, especialmente en suelos arenosos o pedregosos donde es posible alcanzar las temperaturas óptimas de crecimiento del hongo (30 y 35 °C). El hongo se disemina por riego y por el traslado de suelo infectado por labores de cultivo. Los microesclerocios pueden persistir en el suelo de un año para otro. Dado que *Macrophomina* no responde a las aplicaciones de fungicidas químicos, el control de la enfermedad debe ser, necesariamente, preventivo. En este aspecto, la aplicación de riegos frecuentes, para mantener la humedad y bajar la temperatura del suelo, ayudan a mitigar la enfermedad. Dentro de las acciones preventivas, también se encuentran la fumigación y la solarización o biofumigación del suelo.

Desde el punto de vista de los biocontroladores como *Trichoderma*, pueden ser aplicados al suelo antes de la plantación o a través del fertirriego. Las aplicaciones de *Trichoderma* tienen mayor efecto al realizarse en primavera, donde las condiciones de temperatura del suelo son favorables para el establecimiento del controlador biológico. Debe evitarse el uso de mulch plástico en suelos arenosos, edregosos o con antecedentes de la enfermedad, debido a que ayudan a subir la temperatura del suelo lo que facilita el establecimiento del patógeno.

2.3. Enfermedades específicas de arándano

2.3.1. Cancrosis del cuello (*Neofusicoccum spp.*)

La cancrrosis del cuello del arándano es causado por varias especies de *Neofusicoccum* entre las que se encuentra *N. parvum*, *N. australe* y *N. nonquaesitum*. Es una de las enfermedades de la madera del arándano más importantes en Chile y el mundo.

Síntomas

Presencia de cancrs en la base de las ramas, marchitez y clorosis del follaje. El síntoma más característico es la muerte repentina de ramas en verano, en las cuales se observan hojas de color rojizo que se mantienen adheridas (Foto 2.8.). Las ramas infectadas presentan una necrosis interna de la madera que, frecuentemente, solo cubre una parte del diámetro de estas (Foto 2.8.). En la base de las ramas muertas es posible observar picnidios negros bajo la epidermis.

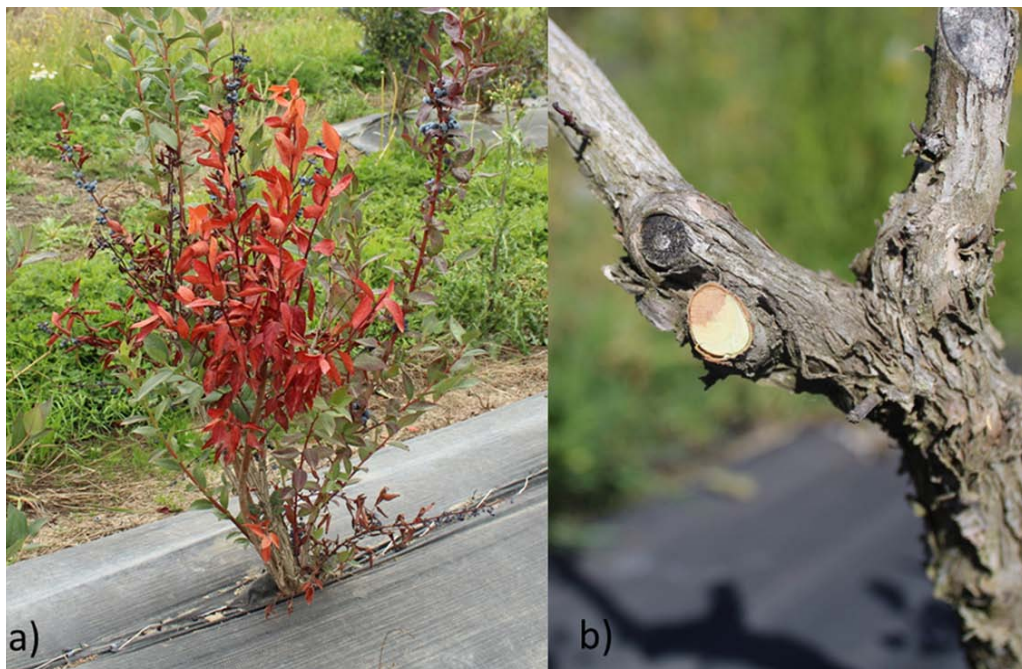


Foto 2.8. Síntomas de la cancrrosis del arándano causada por *Neofusicoccum spp.*: en a) plantas de arándano; b) corte transversal de madera.

Epidemiología y manejo

El hongo inverna en ramas infectadas en forma de estructuras llamadas peritecios. Durante la primavera, estas estructuras liberan numerosas esporas (ascosporas) las que son dispersadas por las lluvias y el viento. Penetran por heridas nuevas y avanzan por la madera hacia la base de la planta. Las ramas infectadas producen picnidios, que constituyen el inóculo secundario, e infectan ramas sanas durante la temporada de crecimiento. La mayoría de las especies de *Neofusicoccum* crecen entre los 10 y los 35 °C, con un óptimo de 25 °C.

El manejo comienza con adquirir plantas sanas de vivero. Se deben evitar daños mecánicos, sobre todo en épocas de lluvias. Los cortes de poda deben ser inmediatamente protegidos con pasta poda. Se deben aplicar fungicidas a caída de hojas y brotación. Asimismo, deben realizarse podas sanitarias en verano, las que consisten en cortar o arrancar, desde la base, las ramas enfermas (Foto 2.9.).

Es importante que los restos de poda se saquen del huerto, sean quemados o compostados para eliminar el inóculo.



Foto 2.9. Poda sanitaria en arándano, corte y eliminación de ramas con síntomas de canchosis.

2.3.2. Tizón del tallo (*Pestalotiopsis spp.*)

El tizón causado por *Pestalotiopsis sp.* es una enfermedad fungosa importante en plantas de menos de dos años, pero también se presenta en plantas estresadas.

Síntomas

Se observan principalmente en tallos nuevos, los que muestran clorosis del follaje y muerte completa de ramas. También se puede observar tallos anillados de color café oscuro, con o sin partiduras en la corteza (Foto 2.10.), y abundante presencia de acérvulos (estructuras reproductivas con forma de cojín) que levantan la corteza para liberar gran cantidad de conidias de color negro (Foto 2.10.).

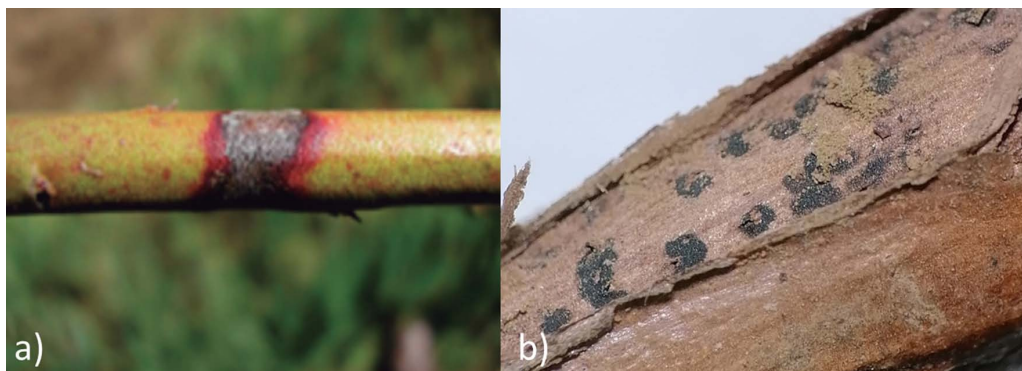


Foto 2.10. Síntomas de tizón de los tallos: a) anillado en ramilla; b) acérvulos producidos en grietas de la corteza.

Epidemiología y manejo

Es una enfermedad muy importante en viveros, donde las condiciones de alta humedad y temperatura, más la presencia de abundantes tejidos tiernos, facilita su desarrollo. Es por ello que también se puede observar en plantaciones nuevas. El inóculo puede provenir de tejidos enfermos de arándanos u otros huéspedes. Otra fuente de inóculo son los tallos y hojas enfermas que quedan en el suelo. Las conidias son diseminadas por la lluvia y el viento. En el caso de los viveros, se disemina con los riegos por aspersión.

Esta enfermedad debe manejarse en vivero, eliminando los residuos de plantas y, en particular, de hojas y restos de tallos de las macetas y el suelo. La ventilación es

importante para no crear ambientes tropicales en los invernaderos, adecuados para la germinación de la conidia. En los huertos se debe evitar la recepción de plantas con tallos anillados en la base. La poda sanitaria permite eliminar este tipo de ramillas, pero siempre que no queden en el mismo huerto. Fungicidas aplicados al cuello ayudan al control de las conidias. Es muy importante evitar heridas causadas por mordeduras de insectos, ya que estas favorecen el desarrollo de la enfermedad.

2.3.3. Plateado (*Chondrostereum purpureum*)

El Plateado del arándano es una enfermedad causada por el hongo *Chondrostereum purpureum*. Aunque este hongo estaba en el país, afectando frutales mayores desde muchos años, no fue sino hasta el 2005 que se detectó por primera vez en Chile, afectando a plantas de arándano.

Síntomas

El síntoma más característico es la presencia de hojas plateadas, las cuales pueden observarse en una o más ramas (Foto 2.11.). La cutícula de las hojas plateadas se desprende con facilidad al raspar el haz de las hojas. Las ramas afectadas presentan una necrosis en la madera que, en cortes transversales, se observa como una mancha oscura de forma circular en el centro de la rama (Foto 2.11.). A diferencia del plateado en otras especies, en arándano es posible observar los basidiocarpos, o cuerpos frutales del hongo, creciendo sobre la madera de plantas vivas. Estos se observan como pequeñas “orejas de palo” de color rosado a púrpura o violáceo (Foto 2.11.).



Foto 2.11. Síntomas de Plateado en arándano: a) hojas plateadas; b) necrosis circular en la madera; c) cuerpos frutales o basidiocarpos violáceos sobre una rama.

Epidemiología y manejo

El principal reservorio de inóculo de *Chondrostereum purpureum* son los cuerpos frutales que se producen en la madera de las plantas de arándano enfermas o en madera muerta de otras especies que son huéspedes, tales como álamo, sauce, eucalipto, abedul, olmo y encina. Muchas de estas especies se pueden encontrar como cortinas cortaviento o bosquetes aislados para madera. Los cuerpos frutales liberan las basidiosporas en otoño-invierno. Cuando comienzan las lluvias, estas esporas son transportadas por el viento y van a infectar plantas sanas ingresando por heridas en la madera. Por ello, entre las prácticas de manejo, se recomienda: evitar las podas en días lluviosos, y proteger inmediatamente los cortes de poda con pastas con fungicidas. Asimismo, es necesario realizar podas sanitarias para eliminar ramas enfermas, eliminar plantas de arándano fuertemente afectadas, sobre todo si presentan cuerpos frutales de color rosado-púrpura. Los restos de poda y plantas muertas deben ser quemadas o compostadas a la brevedad. Por último, los tocones de madera que presenten cuerpos frutales del hongo cercanos a los huertos, deben cubrirse con tierra o bien tratarse con fungicida.

2.4. Enfermedades específicas de frambuesa

24.1. Tizón de la yema (*Didymella applanata*)

El tizón de las yemas producida por el hongo *Didymella applanata*, junto con el tizón de las cañas, son las enfermedades más frecuentes en frambueso, por lo que deben estar incluidas en el manejo sanitario habitual.

Síntomas

El síntoma característico es la inhibición de la brotación de las yemas en primavera, acompañadas de un halo plomizo o púrpura, con numerosos picnidios y pseudotecios de color negro sobre estas lesiones (Foto 2.12.). Las cañas afectadas tienen una brotación dispareja o atrasada (Foto 2.12), aunque posteriormente el brote puede tomar un aspecto normal.



Foto 2.12. Síntomas del tizón de las yemas en frambuesa: a) picnidios en yemas; b) ausencia de brotación en el tercio inferior de las cañas.

Epidemiología y manejo

El hongo es común en restos de tallos infectados que quedan en el suelo o en las cañas durante el invierno. En primavera y verano las esporas (conidias y ascosporas) son liberadas por las lluvias, diseminándose con las gotas de agua y el viento hasta hojas adultas y tallos tiernos. En los tallos nuevos las lesiones se ubican en los nudos y van acompañadas con el desarrollo de cuerpos frutales del hongo, llamados picnidios y pseudotecios, que se ubican, de preferencia, alrededor de las yemas, y que contienen esporas en su interior. El control preventivo pasa por bajas aplicaciones de nitrógeno, y también por evitar crecimientos y floraciones tardías (tercera flor) y menor número de cañas al inicio de la temporada para una mejor ventilación. Las cañas viejas y enfermas deben ser eliminadas del huerto, para evitar que se constituyan en focos de contaminación. Con ataques severos se recomienda la poda rasante. Para su control se deben realizar lavados con fungicidas cúpricos autorizados durante la caída de hojas y después de terminada la poda. Las variedades Meeker y Chilliwack presentan resistencia, mientras que Glen Clova y Willamette son tolerantes a la enfermedad. La variedad Heritage es susceptible.

2.4.2. Tizón de tallos (*Leptosphaeria coniothyrium*)

Es una enfermedad fungosa que afecta principalmente las cañas. Su presencia es muy común hasta el grado que los agricultores asumen que los colores plumizos causados por la enfermedad son parte de una caña normal.

Síntomas

Los síntomas siempre están asociados a heridas. Las lesiones se tornan plumizas y la epidermis quebradiza. Las lesiones son de forma irregular, alargadas y, a medida que envejece el tallo, pueden abarcar grandes superficies, afectando los brotes y hojas. Al final de la temporada es posible observar la presencia de picnidios a lo largo de la caña (Foto 2.13.), las que producirán el inóculo para el año siguiente.



Foto 2.13. Picnidios producidos por *Leptosphaeria coniothyrium* en cañas de frambuesa.

Epidemiología y manejo

La mayor incidencia se produce en primaveras y veranos lluviosos, especialmente cuando no se realiza la poda de verano de cañas enfermas. En este caso, la enfermedad se transmite a los brotes nuevos, pudiendo causar severos daños. La patología se inicia a fines de invierno, cuando el hongo libera numerosas conidias desde picnidios insertos bajo la epidermis de la caña; la lluvia y el viento se encargan de diseminar las

conidias hasta los tejidos nuevos. El hongo penetra a través de heridas, especialmente por aquellas provocadas por el roce de los alambres de la empalizada, o por el daño de algunos insectos que se alimentan de corteza, como es el caso del cabrito de los frutales. En años lluviosos y huertos con una alta infección, se puede producir clorosis de las hojas, lo que da origen a fruta más ácida, menor producción y quiebre de racimos florales. El control es similar al tizón de la yema, lo que significa que las cañas viejas y enfermas deben ser podadas, tanto en verano como invierno, y destruidas o retiradas para evitar que se constituyan en fuente de infección. Se debe evitar la práctica de picar la poda y dejarla en el huerto, ya que solo contribuye a mantener y aumentar el inóculo. Además, cualquier práctica que produzca heridas, tales como la cosecha mecánica o el ramaleo por viento, favorece la enfermedad.

2.4.3. Roya (*Pucciniastrum americanum*)

Síntomas

Las hojas maduras y basales son las primeras en mostrar signos de la enfermedad, que se caracterizan por pústulas pequeñas de color amarillo, que se encuentran llenas de esporas (Foto 2.14.). Sin embargo, el mayor daño se produce cuando las pústulas aparecen en los frutos, lo cual causa rechazo de fruta. Frutos inmaduros muestran drupéolos maduros mientras el resto permanece aún verde (Foto 2.14.), mientras que los frutos maduros se observan con numerosas pústulas en los drupéolos, llenas de esporas amarillas a anaranjadas (Foto 2.14.).

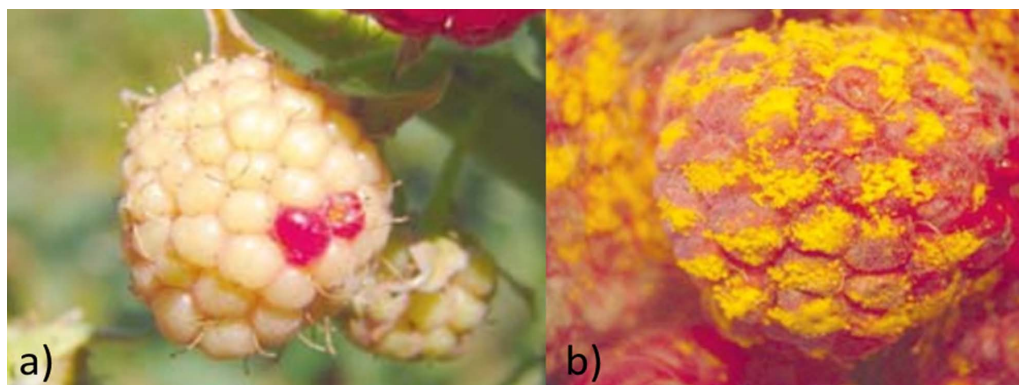


Foto 2.14. Síntomas de roya en frutos de frambuesa: a) inmaduros; b) maduros.

Epidemiología y manejo

Esta enfermedad aparece con las altas temperaturas, causando su mayor daño en la fruta de variedades remontantes, donde afecta su apariencia y posibilidades de exportación. El hongo inverna como esporas o restos de micelio en tejidos infectados, y los primeros síntomas aparecen en pleno verano. El desarrollo de la enfermedad puede ser muy rápido en las variedades susceptibles debido a la gran cantidad de esporas producidas en los tejidos enfermos. El control debe iniciarse con los primeros signos, observando las hojas basales en busca de pústulas amarillas a anaranjadas.

Si la temporada no ha terminado, se debe desfoliar el tercio inferior de las cañas, lo que remueve el inóculo y mejora la ventilación. Las aplicaciones de azufre pueden detener infecciones incipientes, debido a que la efectividad del producto es reducida. Infecciones más avanzadas se controlan con caldo bordelés, pero las aplicaciones también deben hacerse a inicio de los síntomas, de lo contrario no se logrará controlar el patógeno.

Consideraciones generales

Como se puede ver a lo largo de este capítulo, los manejos de las enfermedades van a variar dependiendo de la epidemiología específica de cada enfermedad. Es decir, si en una enfermedad las esporas se mueven por el agua del suelo y en otra por el viento, las medidas se enfocarán en evitar los excesos de agua en el suelo, en el primer caso, y en evitar heridas y proteger los cortes de poda, en el segundo.

Sin embargo, existen medidas que son comunes para prevenir o manejar todas las enfermedades, entre las que se destacan: adquirir plantas sanas de vivero; eliminar plantas severamente enfermas o muertas; y eliminar los restos de podas sanitarias. En este último caso, la idea es eliminar los restos de podas que contienen distintas estructuras de los patógenos, que normalmente pasan desapercibidas, pero que son una importante fuente de inóculo. La eliminación puede realizarse, sacando y quemando los residuos o bien compostándolos, ya que las altas temperaturas que se alcanzan durante el proceso de compostaje, eliminan las estructuras de propagación de los patógenos.

El uso de enmiendas orgánicas, como el compost y el uso de biocontroladores aplicados al suelo como Trichoderma, mejoran la sanidad general de los suelos, controlando directa e indirectamente los patógenos que se encuentran en la rizósfera de las plantas. Además, se ha visto que el uso de ciertos biocontroladores, activan los mecanismos de defensa de las plantas que les sirven para protegerse frente a las enfermedades.

El control de plagas y la protección de cortes de poda son un manejo fundamental para evitar o no facilitar el ingreso y posterior infección de muchas de las enfermedades que afectan a arándano y frambuesa, por lo que no deben ser descuidados.

Finalmente, el monitoreo para detectar las enfermedades de manera temprana y controlarlas de manera oportuna, es un aspecto fundamental. Esto se debe a que una enfermedad, que ya se ha diseminado en una planta, por un lado va a generar un daño severo en la planta afectando el rendimiento y, por otro, va a ser mucho más difícil de controlar con aplicaciones de productos, independientemente si estos son de origen biológico o químico.



Uso de controladores biológicos
para el manejo de plagas en
huertos de arándano y frambueso

3
Capítulo



Capítulo 3.

Uso de controladores biológicos para el manejo de plagas en huertos de arándano y frambueso

María Esperanzana Sepúlveda S.
mesepulve@inia.cl

3.1. Antecedentes generales

El interés por alimentos más sustentables, obtenidos bajo prácticas amigables con el medio ambiente, y a su vez inocuas para consumidores, ha llevado a investigadores(as) y agricultores(as) a buscar nuevas estrategias para el control de plagas. En este sentido, el control biológico resulta una alternativa eficiente para contrarrestar la acción de distintas plagas de importancia agrícola presentes en los berries.

El control biológico, en términos generales, consiste en la utilización de organismos vivos para el manejo de plagas, enfermedades y malezas. Una de las definiciones de control biológico, realizada por DeBach en 1946, lo define como “la acción de parásitos, depredadores y patógenos en mantener la densidad de la población de otro organismo a un nivel más bajo del que ocurriría en su ausencia”. Aunque su uso no es reciente a nivel mundial, en las últimas décadas se ha observado un gran crecimiento en Chile, tanto a nivel de investigación, desarrollo de productos y uso por parte de los productores agrícolas, existiendo distintas alternativas dependiendo del organismo plaga que se desee controlar.

Los organismos más conocidos y utilizados como agentes biocontroladores son depredadores y parasitoides. Sin embargo, existe un amplio grupo de microorganismos entomopatógenos, tales como bacterias, virus, nemátodos y hongos, siendo este último grupo uno de los más estudiados en Chile.

Los hongos entomopatógenos son capaces de infectar a los insectos plaga, causándoles una enfermedad y provocando su muerte. Existen numerosos géneros, siendo los más comunes *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*.

3.2. Hongos Entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son microorganismos que actúan como agentes patógenos de insectos. Esta capacidad de generar enfermedades en insectos permite su uso como bioinsecticidas o insecticidas microbianos.

Su uso se remonta a los años 1870, aproximadamente, cuando se realizaron las primeras evaluaciones y aplicaciones en distintos cultivos en Rusia; sin embargo, su uso se ha incrementado en los últimos 20 años, debido a la preocupación por la contaminación ambiental producida por productos químicos y la generación de plagas resistentes a insecticidas. En nuestro país, la investigación con hongos entomopatógenos (HEP) comenzó en el año 1996, con los primeros trabajos de colecta a lo largo de todo el territorio nacional, lo que permitió dar inicio a la colección de hongos entomopatógenos de INIA. Esta ha sido la base para numerosas investigaciones, evaluando la capacidad patogénica de estos microorganismos para el control de distintas plagas agrícolas, forestales y urbanas, en búsqueda de alternativas sustentables que permitan su uso como una alternativa dentro de un programa de manejo integrado de plagas.

La principal especie de hongo entomopatógeno estudiada es *Metarhizium anisopliae*, distribuida mundialmente, y que ha sido aislada tanto desde insectos infectados como desde el suelo de todos los continentes, siendo el primer hongo entomopatógeno masificado y utilizado para el control de plagas. Se caracteriza por sus conidias cilíndricas y verdes (Foto 3.1.), producidas en cadenas que forman una densa y compacta capa de esporas.



Foto 3.1. *Metarhizium anisopliae* mostrando sus: a) conidias cilíndricas observadas al microscopio electrónico; y b) conidias creciendo en placas de cultivo, con su característico color verde.

3.3. Modo de acción

El ciclo de infección de un hongo entomopatógeno comienza cuando una conidia entra en contacto con la cutícula de un insecto susceptible, formando un tubo germinativo (Foto 3.2.) que permitirá el ingreso del hongo al hemocele gracias a una serie de enzimas que degradan la cutícula del hospedero. Una vez en el interior del cuerpo del insecto, el hongo comienza a colonizar distintos órganos, liberando toxinas que inhiben el desarrollo fisiológico y finalmente provocan la muerte al insecto.

De este proceso de germinación dependerá el éxito de la primera etapa de infección, proceso en el cual es fundamental la degradación de la cutícula del insecto, y en el que se encuentran implicadas varias enzimas como lipasas, proteasas y quitinasas que hidrolizan la cutícula del insecto. Estas están condicionadas por los mecanismos de invasión del hongo y por la composición de la cutícula, existiendo una relación entre la actividad enzimática de estos microorganismos, y su patogenicidad hacia el insecto a controlar.

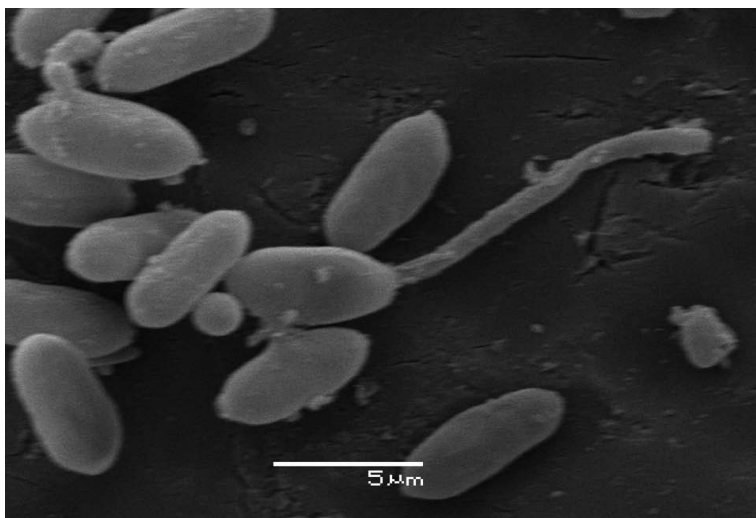


Foto 3.2. Conidia de *Metarhizium anisopliae* observada desde microscopio electrónico con tubo germinativo desarrollado, penetrando la cutícula de un insecto hospedero.

La virulencia y especificidad de los aislamientos de hongos entomopatógenos depende, en gran medida, de la habilidad de producir este complejo enzimático, como una respuesta a la conformación específica de la cutícula de una determinada especie de insecto, siendo esta selectividad una ventaja de los hongos entomopatógenos.

Una vez que el hongo ha degradado la cutícula del insecto y se encuentra en el hemocelo, comienza la colonización y la producción de toxinas, entre las que destacan las destruxinas, que poseen propiedades insecticidas. Estas toxinas ejercen un importante rol en el debilitamiento del sistema inmunológico, daño al sistema muscular y tubos de Malphigi, afectando la excreción y dificultando la movilidad, todo lo cual altera los mecanismos de defensa comportamental del insecto. En efecto, aislamientos de *Metarhizium* que producen mayores cantidades de destruxinas, serían más virulentos. En *Metarhizium anisopliae* se ha observado una gran variabilidad intraespecífica, incluso entre cepas provenientes de una misma área geográfica, en cuanto a características morfológicas, adaptación a condiciones ambientales, actividad catalítica de este complejo enzimático y producción de toxinas, dando lugar a cepas con distintos niveles de virulencia y con la capacidad de patogenizar, de manera específica, algunos hospederos.

Estas características condicionan el uso de hongos entomopatógenos a una correcta identificación de la plaga, para, de esta forma, poder utilizar el aislamiento correcto o más efectivo. Una vez que las toxinas actúan sobre el insecto y provocan su muerte, el hongo continúa creciendo y colonizando. En esta etapa es posible observar el insecto momificado para, finalmente, atravesar la cutícula hacia el exterior. En el caso de larvas, el cuerpo queda completamente cubierto por micelio y conidias, a diferencia del cuerpo de insectos adultos, en los que el hongo se observa creciendo hacia afuera en las regiones intersegmentales (Fotos 3.3. y 3.4.).



Foto 3.3. Larva infectada con *Metarhizium anisopliae*, mostrando su cuerpo cubierto de micelio y conidias.



Foto 3.4. Insecto adulto infectado con *Metarhizium anisopliae*, mostrando el crecimiento de micelio a través de las regiones intersegmentales.

3.4. Producción de hongos entomopatógenos en INIA

En INIA Quilamapu, desde 2008 el Centro Tecnológico de Control Biológico desarrolla distintas líneas de trabajo en esta especialidad, siendo los hongos entomopatógenos BioINIA® una de ellas (Foto 3.5.).



Foto 3.5. Etiquetas de los productos BioINIA® para el control de diferentes plagas en frutales.

Parte del trabajo con hongos entomopatógenos desarrollado se ha concentrado en la búsqueda, evaluación y selección de cepas para el control de distintas plagas. Sin embargo, los mayores avances se presentan en cepas para el control de plagas subterráneas que afectan a berries (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Hongos entomopatógenos disponibles para el control de plagas subterráneas.

<i>Aegorhinus superciliosus</i>	Cabrito de la frambuesa
<i>Sericoides viridis</i>	Pololo dorado
<i>Phytoloema herrmanni</i>	Pololo café
<i>Hylamorphia elegans</i>	Pololo verde
<i>Naupactus xanthographus</i>	Burrito de la vid
<i>Otiorhynchus sulcatus</i>	Gorgojo de los invernaderos
<i>Pseudococcus viburni</i>	Chanchito blanco
<i>Asynonychus cervinus</i>	Capachito de los frutales
<i>Aegorhinus nodipennis</i>	Cabrito del maitén

Miles han sido los productores, especialmente en la zona centro sur de Chile, que en el último tiempo han optado por este tipo de tecnologías como parte del manejo integrado de plagas. Dentro de todas, las principales plagas controladas han sido cabrito de la frambuesa, pololo dorado y pololo verde.

Después de años de investigación y de validación en terreno, algunas de las ventajas que resaltan en los hongos entomopatógenos apuntan a que:

- son amigables con el medio ambiente ya que no son tóxicos ni contaminantes,
- son seguros para los aplicadores,
- no afectan a enemigos naturales ni insectos polinizadores,
- son específicos.

Para el correcto uso y adopción de este tipo de herramienta de control biológico, es necesaria la capacitación y transferencia tecnológica, labor constante que también se realiza desde el Centro Tecnológico de Control Biológico de INIA.

3.5. Estrategias de aplicación

Antes de utilizar hongos entomopatógenos BioINIA® es preciso realizar un monitoreo de las plagas presentes en el huerto, para identificar, de manera precisa, aquellas especies que es necesario controlar, considerando que los hongos entomopatógenos son específicos. La etapa del insecto más susceptible a la aplicación de estos microorganismos es la larva, por lo que las aplicaciones de otoño son las que alcanzarán mejores resultados.

Para la aplicación de hongos entomopatógenos, hay que tener en cuenta que son microorganismos sensibles a la radiación UV y a las altas temperaturas, por lo que las aplicaciones se deben realizar durante días nublados, antes de una lluvia, o al atardecer de días soleados. Además, es necesario planificar la aplicación, evitando que coincida con otros productos aplicados en el huerto.

Es recomendable realizar un monitoreo entre 7 y 14 días posteriores a la aplicación de los hongos, para detectar los insectos parasitados y determinar si es necesario repetir la aplicación. La permanencia del hongo entomopatógeno en el suelo dependerá de la textura, materia orgánica, humedad, y del manejo agronómico del huerto. Las aplicaciones deben realizarse asociadas al monitoreo e identificación de las plagas cada temporada.

3.6. Consideraciones finales

Por tratarse de microorganismos, es necesario tener algunos cuidados durante las etapas de traslado, almacenaje, preparación y aplicación, entre los que destacan:

- evitar exposición a la luz solar,
- mantenerlos refrigerados,
- no mezclar con otros productos fitosanitarios.

Literatura consultada

Alves, S. B., J. E. Almeida, A. Minor Jr., y L. F. Alves 1998. Técnicas de laboratorio. p 637-710. In S. B. Alves (ed). Controle microbiano de insetos. 2nd ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil.

Boldo, J.T., Junges, A., Amaral, K. B., Staats, C. C., Vainstein, M.H. and. Schrank, A. 2009. Endochitinase CH12 of the biocontrol fungus *Metarhizium anisopliae* affects its virulence toward the cotton stainer bug *Dysdercus peruvianus*. *Curr. Genet.* 55:551-560.

Charnley, A. K. 2003. Fungal pathogens of insects: Cuticle degrading enzymes and toxins. *Advanced in Botanical Research.* 40:241-321.

Bridge, P. D., Prior, C., Sagbohan, J., Lomer, C. J. and Buddie, A. 1997. Molecular characterization of isolates of *Metarhizium* from locust and grasshoppers. *Biodiversity and conservation.* 6(2):177-189.

De Bach, Reinhold. 1946. The Scope of Biological Control. En "Biological Control of Insect Pests and Weeds". P. Publish. Corp., New York.

Frazzon, A. P., Vaz Junior, I., Masuda, Schrank, A. and Vainstein, M. H. 2000. In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vet. Parasitol.* 94:117-125.

Kershaw, M. J., Moorhouse, E. R., Bateman, R., Reynolds, S. E. and Charnley, A. K. 1999. The role of destruxins in the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insects. *J. Invertebr. Pathol.* 74:213-223.

Pal, S., St Leger, R. J. and Wu, L. P. 2007. Fungal peptide destruxin A plays a specific role in suppressing the innate immune response in *Drosophila melanogaster*. *J. Biol. Chem.* 282:8969-8977.

Roberts, D. and St. Leger, R. 2004. *Metarhizium* spp, Cosmopolitan Insect-Pathogenic Fungi: Mycological Aspects. In: *Advances in Applied Microbiology*, Volume 54. Elsevier Inc.

Salazar P, Ana María, Gerding G, Macarena, France I, Andrés, Campos P, Jorge, Gerding P, Marcos, & Sandoval E, Marco. (2007). Desplazamiento de Conidias de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* en Columnas de Tres Series de Suelo. *Agricultura Técnica*, 67(3), 236-243.

Schrank, A. and Vainstein, M. 2010. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. *Toxicon.* 56(7):1267-1274.

Sree, K. S; Padmaja, V. and Murthy, L. N. 2008. Insecticidal activity of destruxin, a mycotoxin from *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales) against *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest. Manag. Scie.* 64:119:125.

Tanada, Y. and Kaya, H. K. 1993. *Insect pathology*. Academic Press. New York, USA.

Tigano-Milani, M., Gomes, A. M.; Sobral, B. 1994. Genetic variability among Brazilian isolates of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol.* 65:206-210.

Wang, C. S., Typas, M.A. y Butt, T.M. 2002. Detection and characterization of pr1 gene deficiencies in the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *FEMS Microbiol. Lett.* 213:251-255.



**Eficiencia de aplicación de
productos fitosanitarios para
mayor inocuidad en la producción
de frambueso**

4
Capítulo



Capítulo 4.

Eficiencia de aplicación de productos fitosanitarios para mayor inocuidad en la producción de frambueso

Patricio Abarca R.
patricio.abarca@inia.cl

4.1. Antecedentes generales

La mayor importancia de las frutas y hortalizas que se producen a nivel mundial, es la denominación de alimento agrícola, que se basa en la alimentación humana para diferentes estratos etarios, y donde, en la mayoría de las ocasiones, su consumo es en fresco. Es por esto que los productos agrícolas deben proporcionar seguridad alimentaria, cualquiera sea su forma de consumo, ya sea, directo o procesado. De lo anterior, se destaca el término inocuidad alimentaria, como el control de elementos que pudiesen generar peligros asociados a productos destinados al consumo humano. Los elementos de control deben presentarse en toda la cadena de proceso, asegurando un producto inocuo, sano y nutritivo para los consumidores. Han sido estos últimos quienes, mayormente, han exigido productos de mayor variedad y calidad, no solo en lo estético, sino también en el cumplimiento de estándares de sustentabilidad ambiental, es decir, huella de agua, huella de carbono, uso racional de agroquímicos y otros, que permitan un equilibrio social, económico y ambiental.

El uso inadecuado de agroquímicos, especialmente plaguicidas agrícolas, generan un riesgo en los alimentos (frutas), en los consumidores, trabajadores agrícolas y población humana cercana a huertos agrícolas.

Cabe destacar que, el manejo adecuado de plaguicidas en la agricultura, depende de múltiples factores que, en su mayoría, son controlables por quienes los aplican o por quienes toman las decisiones de su uso. Entre estas últimas están la elección del plaguicida, el respeto por los periodos de carencia, el ajuste de las dosis y volúmenes de aplicación de acuerdo al tipo de tratamiento, la aplicación con favorables condiciones atmosféricas, entre otras. Todos estos factores intervienen en la calidad de aplicación, como también en la inocuidad de frutas y hortalizas sometidas a tratamientos fitosanitarios.

4.2. Consideraciones objetivas para mejorar la inocuidad alimentaria en el cultivo de frambueso

En este punto se abordan aquellas condiciones que permiten el mejoramiento de control de plagas y enfermedades en el cultivo del frambueso, con énfasis en la mejora de la inocuidad de la fruta, la disminución en la contaminación ambiental y la seguridad de trabajadores agrícolas.

4.2.1. Plaguicidas

Se entiende como plaguicida, aquellas sustancias químicas o biológicas, utilizadas para el control de organismos vivos (bacterias, hongos, insectos, ácaros, hierbas, entre otros) que, por su densidad poblacional, afecten directa o indirectamente el desarrollo de la actividad humana, agrícola o industrial. Son aquellas sustancias que puedan provocar la muerte, repelencia, atracción o las encargadas de regular, por algún mecanismo, el crecimiento de una plaga.

Sin lugar a dudas, el plaguicida es uno de los factores que más influye en la inocuidad de los alimentos agrícolas y la contaminación ambiental (con excepción de aquellos biológicos). Su elección depende, prácticamente de forma exclusiva, de quien lo necesite o lo recomiende (agricultor, asesor, jefe de campo, etc.), siempre y cuando cuente con el registro vigente de autorización de uso por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). La importancia de uso de un plaguicida radica, principalmente, en los aspectos que siguen.

4.2.1.1. Toxicidad

Cada plaguicida que se encuentre vigente y autorizado por el SAG, deberá incluir e indicar en la etiqueta del envase, mediante colores, palabras y símbolos, el nivel de toxicidad y/o peligrosidad hacia las personas, de acuerdo con la clasificación de plaguicidas según sus riesgos, definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Esta clasificación es asignada considerando la cantidad -en miligramos- del producto formulado, para dar muerte al cincuenta por ciento de una población de mamíferos, a lo que se denomina, DL 50 (dosis letal al 50%). De acuerdo a esta clasificación, el SAG establece bajo resolución N°2195 del año 2000, el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1. Clasificación de toxicidad de plaguicidas agrícolas (SAG, 2000).
Clasificación

Clasificación	DL 50 aguda (ratas) mm/kg de plaguicida formulada			
	Por vía oral		Por vía cutánea	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
Ia Sumamente peligroso	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos
Ib Muy peligroso	Más de 5 hasta 50	Más de 20 hasta 200	Más de 10 hasta 100	Más de 40 hasta 400
II Moderadamente peligroso	Más de 50 hasta 500	Más de 200 hasta 2.000	Más de 100 hasta 1.000	Más de 400 hasta 4.000
III Poco peligroso	Más de 500 hasta 2.000	Más de 2.000 hasta 3.000	Más de 1.000	Más de 4.000
IV Productos que normalmente no ofrecen peligro	Más de 2.000	Más de 3.000		

La importancia de la elección de un plaguicida y su nivel de toxicidad, de acuerdo al Cuadro 4.1., radica en la peligrosidad de intoxicación que pudiese existir para el aplicador, para los trabajadores agrícolas y los consumidores, al momento del tratamiento, al reingreso y en el consumo, respectivamente. Así mismo, también radica en la peligrosidad de residuos en un alimento agrícola, en el caso que no se respete debidamente la carencia y/o la dosis recomendada por el fabricante del plaguicida.

Como se advierte en el Cuadro 4.1., el DL 50 se expresa en mg/kg de peso, por tanto, será más peligroso a medida que aumenta la dosis y disminuya la masa corporal de las personas expuestas.

4.2.1.2. Dosificación

Uno de los factores de mayor relevancia en la eficacia del control de plagas y enfermedades, es la correcta dosificación. Un error en el cálculo de la cantidad de plaguicida a utilizar, puede significar aplicar una subdosis o sobredosis en el cultivo. Aplicar menos de lo que indica la etiqueta, causará problemas de control, trayendo como consecuencia la necesidad de repetir el tratamiento. Por el contrario, utilizar más dosis de la indicada, provocará mayor resistencia en el corto plazo al pesticida por parte de la plaga que se quiso controlar, mayores residuos en frutas, mayor costo, posible fitotoxicidad en plantas, entre otros.

En Chile se utilizan dos tipos de dosificaciones: por concentración (cantidad de plaguicida por cada 100 litros de agua) o por superficie (cantidad de producto por hectárea). En algunos países europeos, las dosificaciones en frutales son más precisas, indicando la cantidad de fitosanitario por cada 10.000 m² de pared de cultivo o por cada 10.000 m³ de follaje, como en el caso de Bélgica y Suiza, respectivamente.

Para evitar errores en la dosificación y posibles problemas de residuos en frutas, en los próximos puntos se indica la forma correcta de dosificar el plaguicida, de acuerdo a las condiciones propias del huerto frutal.

4.2.1.2.1. Dosificación por concentración

Una de las expresiones más erróneas para aplicar un plaguicida, es aquella que dice “cantidad de producto por cada 100 litros de agua”, si no se determina con exactitud el correcto volumen de agua a utilizar. Es decir, aplicar un volumen de agua menor al requerido por el cultivo, permitirá que algunas zonas no queden cubiertas. Por el contrario, aplicar un volumen mayor generará escurrimiento al suelo y deriva. En ambos casos no se logrará el objetivo de forma eficiente. Una de las formas más sencillas, prácticas y objetivas para estimar el volumen correcto de mezcla a aplicar por hectárea plantada, es a través del volumen de follaje, metodología conocida como TRV (volumen de vegetación por hilera de árboles), (Figura 4.1.). Esta forma consiste en medir las dimensiones de las plantas (altura y ancho de follaje, más la distancia entre hileras) para determinar el volumen, en metros cúbicos de vegetación en una hectárea plantada de cultivo. Posteriormente, se relaciona un cierto volumen de agua de acuerdo al tipo de tratamiento, el tipo de pulverizador y la densidad foliar del momento.

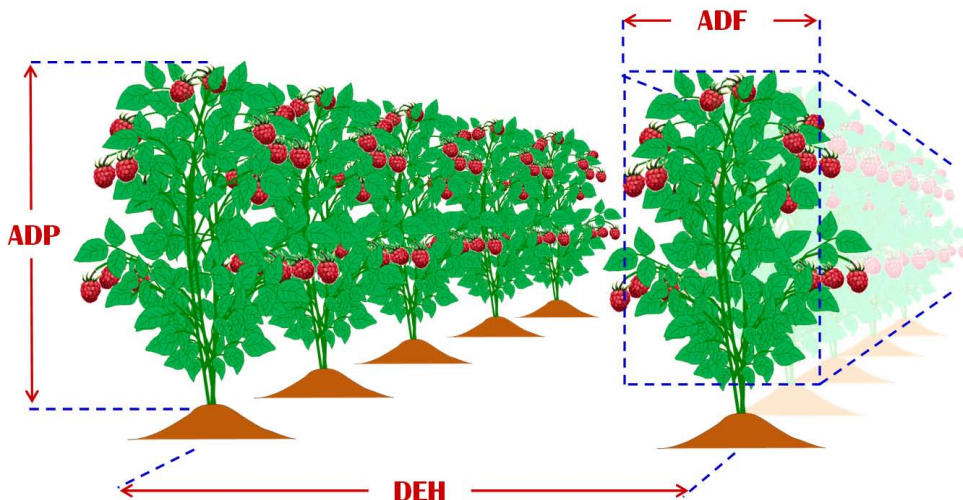


Figura 4.1. Esquema de un huerto de frambuesas, con dimensiones para estimar TRV.

Para determinar el volumen de aplicación, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{TRV (m}^3\text{/ha)} = \frac{\text{ADA (m)} \times \text{ADC (m)} \times 10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}}{\text{DEH (m)}}$$

Donde:

TRV : volumen de vegetación (m³/ha)

ADA : altura del árbol o de plantas (m)

ADC : ancho de copa o de follaje (m)

DEH : distancia entre hileras (m)

10.000: factor de conversión para llevar unidades a una hectárea de cultivo

De acuerdo al Cuadro 4.2., para un cultivo de frambueso, las relaciones de caldo para un plaguicida aplicado con pulverizador neumático o hidroneumático, varían entre 50 a 85 litros por cada 1.000 metros cúbicos de vegetación. Lo anterior dependerá, en mayor medida, de la densidad foliar del momento; es decir, en invierno se utilizará el factor más bajo, el cual se irá aumentando a medida que las plantas se cubran de follaje, llegando a utilizar el valor más alto con máximo desarrollo foliar.

Cuadro 4.2. Dosis estándar de aplicación de acuerdo al volumen de vegetación.

Volumen de pulverización	D (L/1.000 m³ de vegetación)
Muy alto	120
Alto	100
Medio	70
Bajo	50
Muy bajo	30
Ultra bajo	10

Fuente: Shigueaki *et al* en 2011.

Para determinar el volumen de caldo a aplicar por hectárea, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{VDA (L/ha)} = \frac{\text{TRV (m}^3\text{/ha)} \times \text{D (L)}}{1.000 \text{ (m}^3\text{)}}$$

Donde:

VDA : volumen de aplicación (L/ha)

TRV : volumen de vegetación (m³/ha)

D : dosis de caldo o mezcla por cada 1.000 m³ de vegetación (Cuadro 4.2.)

1.000 : factor estándar de volumen de vegetación

Por ejemplo, para un huerto de frambuesas con dimensiones de: 1,8 metros de altura de plantas; 0,8 metros de ancho de copa o de follaje; y 2,2 metros de distancia entre hileras, se obtiene un volumen de vegetación de 6.545 m³/ha. Si la aplicación fuese invernal (sin hojas) se utilizaría un factor 50, aplicando un volumen de 327 L/ha, mientras que en verano, con máxima expresión foliar, se aplicaría 556 L/ha.

De acuerdo a la metodología TRV, las plantas, y el huerto, en general, tendrían un volumen adecuado de aplicación. No obstante, el cubrimiento dependerá de otros factores, como las condiciones climáticas, la regulación del pulverizador, entre otros. Una vez obtenido el volumen de aplicación, de acuerdo al TRV, se debe regular el pulverizador, para que se aplique un volumen lo más cercano posible a lo determinado.

Será este último, el utilizado para la dosificación del plaguicida.

Por ejemplo, si el pulverizador aplica un volumen real de 560 L/ha y el plaguicida indica aplicar 150 cc por cada 100 litros de agua, la dosificación total para ese volumen de agua será de 840 cc ($560 \text{ L/ha} \times 150 \text{ cc} \div 100 \text{ L} = 840 \text{ cc/ha}$).

4.2.1.2.2. Dosificación por superficie

Este tipo de dosificaciones suele ser mucho más precisa que aquellas por concentración. No obstante, si no se determina de forma correcta, pueden llevar a errores, tanto de subdosificación, como sobredosificación, dependiendo directamente del tamaño de las plantas.

En Chile, la expresión de la dosis por superficie relaciona la cantidad de plaguicida por hectárea. Esto indica que se debe interpretar a una hectárea como 10.000 m² de superficie de cultivo. De esta forma, en frutales no se pulveriza la superficie plantada (hacia el suelo), sino las paredes de las hileras. Por lo tanto, es necesario determinar la superficie de pared de cultivo en una hectárea plantada, y no cometer errores de sobredosis en plantas pequeñas o subdosis en árboles grandes (Figura 4.2).

Para determinar la superficie o pared de aplicación en un huerto frutal, se debe considerar la siguiente ecuación:

$$S \text{ (m}^2\text{)} = \frac{\text{ADF (m)} \times 2 \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{DEH (m)}}$$

Donde:

S : superficie de aplicación efectiva (m²)

ADF : altura de follaje (m)

DEH : distancia entre hileras

2 : dos paredes de aplicación (ambos lados de la hilera)

10.000: factor de conversión para una hectárea plantada

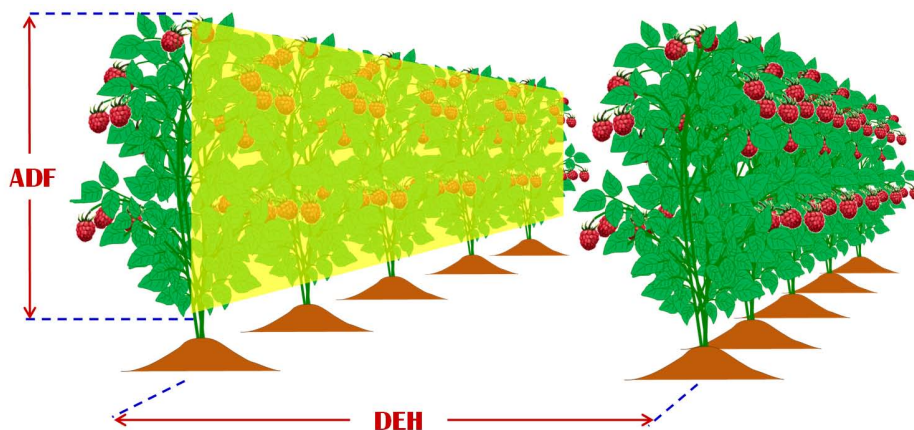


Figura 4.2. Esquema de un huerto de frambuesas y dimensiones para estimar la superficie de pared de aplicación en una hectárea de cultivo.

Para el caso de frambueso, la altura del follaje coincide con la altura de las plantas, desde la base, hasta la parte más alta. En otros frutales, donde existe un tronco definido sin la intención de pulverizar, se puede descontar y no considerar como altura de follaje.

Por ejemplo, un plaguicida describe en su etiqueta utilizar 1 litro de producto por hectárea. El huerto de frambuesas presenta dimensiones de 1,8 metros de altura de follaje y 2,2 metros de distancia entre hileras. La superficie o pared de aplicación será de 16.364 m² ($1,8 \text{ m} \times 2 \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \div 2,2 \text{ m}$). Por lo tanto, se deberá utilizar 1,63 litros de producto en una hectárea plantada ($1 \text{ L/ha} \times 16.364 \text{ m}^2 \div 10.000 \text{ m}^2$). Por el contrario, si el mismo plaguicida se aplica en un huerto con una altura de follaje de 0,8 m y una distancia entre hileras de 2,2 m, la superficie de pared de vegetación será de 7.273 m² y la cantidad de plaguicida alcanzará los 0,727 litros (727 cc) en una hectárea plantada.

4.2.1.3. Carencia

Es de vital importancia considerar las indicaciones de las etiquetas para respetar los tiempos residuales, de reingreso y especialmente el de carencia. Este último se describe como “tiempo necesario para que el residuo de un plaguicida en un fruto o producto comestible, alcance una concentración por debajo del Límite Máximo de Residuo (LMR) permitido por el país o mercado en que será consumido” (Alister y colaboradores, 2017).

La carencia es uno de los factores más influyentes en los residuos de fitosanitarios en alimentos agrícolas al momento de consumirlo. Su período se determina de acuerdo a la carga o depósito inicial de plaguicida, a la tasa de disipación o pérdida diaria de plaguicida en el tejido, y del LMR permitido al momento de cosecha o consumo. Los residuos generados posteriormente a la aplicación, son expresados en partes por millón (ppm) o en miligramos de plaguicida por kilogramo fresco de la muestra.

El período de carencia para cada producto, es analizado y descrito para diferentes cultivos. No obstante, este depende de varios factores que, de una u otra forma, podrían modificar el tiempo de disipación entre la aplicación y el consumo. Es decir, entre la carga máxima y el LMR permitido.

Se considera que, una vez aplicado el plaguicida en campo, este estará expuesto a efectos físicos, biológicos y químicos, los cuales afectarán el grado de disipación de la sustancia en el tiempo (Figura 4.3.). Entre los factores que mayormente influyen en una mayor o menor disipación de la carga de un producto en el tejido vegetal, se encuentran: la carga inicial, la especie vegetal, el tamaño de la fruta, la zona geográfica y la técnica de aplicación.

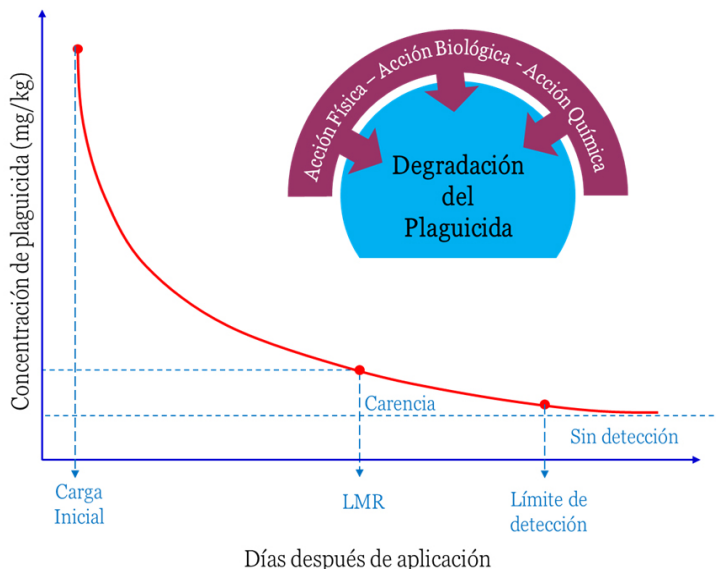


Figura 4.3. Curva de disipación o degradación de un plaguicida después de su aplicación (Basado en Quiceno y colaboradores, 2018).

- a) **Carga inicial.** Corresponde a la dosis máxima que se puede detectar al momento de realizar la aplicación. Esta carga depende (de cierta forma) del agricultor o quien lo aplique. Es decir, la cantidad máxima de producto que se deposite en la fruta (u otro órgano de la planta) estará sujeta a la dosificación del plaguicida en el estanque, la agitación del pulverizador, las condiciones climáticas al momento de la aplicación, entre otros.
- b) **Especie vegetal.** Este factor puede influir en la carga inicial y en la disipación del plaguicida en el tiempo, considerando las diferencias entre especies vegetales respecto a la disposición espacial de la fruta en la planta, la forma de la fruta, la distinta tasa de crecimiento, la mayor o menor cantidad de ceras o pilosidad en la piel, entre otros.
- c) **Tamaño de la fruta.** Influye específicamente en el depósito inicial y en la duración del período de carencia para obtener un LMR definido para un cierto plaguicida. Para un mismo producto y un mismo LMR, en frutas más pequeñas el periodo de carencia es mayor que en frutas más grandes, considerando que la medición del residuo es expresado en mg/kg de fruta fresca. Por tanto, en frutas pequeñas existe mayor superficie expuesta por peso fresco que en frutas de mayor tamaño.

- d) **Zona geográfica.** “La persistencia está determinada por procesos bióticos y abióticos de degradación. Los procesos bióticos son la biodegradación y el metabolismo; los procesos abióticos son fundamentalmente la hidrólisis, fotólisis y oxidación” (FAO citando a Calamari y Barg, 1993). Lo anterior, señala que la zona geográfica y sus condiciones propias del lugar (precipitaciones, radiación UV, temperatura) afectan el tiempo de degradación de los plaguicidas en el tiempo.
- e) **Técnica de aplicación.** La técnica de aplicación hace referencia a cómo se aplica el plaguicida en el cultivo. Para el caso de una pulverización, es la formación y transporte de las gotas hasta el objetivo.

La mayor influencia que puede tener la técnica de aplicación, ya sea neumática, hidroneumática, hidráulica, etc., es el número de gotas que lleguen hasta el cultivo con una porción de plaguicida y el tamaño que estas posean para ser retenidas por la fruta o el follaje. Por lo anterior, un pulverizador que genere gotas finas y las transporte con aire, presentará mayor depósito de producto que un pulverizador con gotas grandes y sin asistencia de aire. En este último habrá mayores pérdidas por escurrimiento (endoderiva). En complemento a la técnica de aplicación, las condiciones atmosféricas, la regulación del pulverizador y el ajuste del volumen de mezcla, juegan un rol importante en el depósito inicial. Se estima que las pérdidas totales de pulverización en frutales, varían, en promedio, entre un 50 % y un 80 %, en condiciones de máximo follaje y sin follaje, respectivamente. El periodo de carencia también podría ser afectado por la mezcla de dos o más plaguicidas en el estanque de aplicación, en la formulación, en la incorporación de adyuvantes, entre otros.

4.2.2. Calidad de agua para la aplicación de plaguicidas

En pocas ocasiones el agua utilizada para la mezcla, es considerada como un factor relevante que pueda generar una diferencia en la eficacia de control. En complemento al uso de agua limpia, sin residuos o sedimentos, el pH es una variable importante que afecta la eficacia de un plaguicida.

En palabras sencillas, el pH es la acidez o alcalinidad que pueda tener una solución, en una escala de 0 a 14. Si el pH es menor a 7, predominan los protones (H⁺) y la solución es ácida. Si el pH es mayor a 7, predominan los iones hidroxilos (OH⁻) y la solución será alcalina. Se considera neutra, cuando el pH es igual a 7.

No existe un pH único para el uso de plaguicidas. Dependerá de cada grupo (insecticidas, fungicidas, herbicidas, fertilizantes foliares, etc.), del ingrediente activo y la formulación. No obstante, una gran mayoría de productos presenta mayor eficacia cuando el pH está entre 4 y 6, y sobre pH 8 algunos no presentan actividad de control.

La importancia del pH sobre los residuos e inocuidad de los frutos, recae en que muchos tratamientos fitosanitarios no funcionan o lo hacen en un bajo porcentaje. Ante esto, los agricultores repiten las aplicaciones con mayores dosis de producto.

4.2.3. Inspección de pulverizadores agrícolas en uso

Corresponde a la práctica visual y funcional realizada, tanto al equipo de aplicación de plaguicidas, como al tractor utilizado para su funcionamiento. Su aplicación permite que los agricultores o encargados del uso de plaguicidas, verifiquen y comprueben el estado y funcionamiento de cada uno de los elementos de la maquinaria utilizada para la aplicación de productos fitosanitarios (Foto 4.1.).

A diferencia de países europeos, Chile no cuenta con programas o políticas públicas que permitan la inspección de pulverizadores agrícolas de forma obligatoria. Se debe entender que esta práctica es una excelente oportunidad para diagnosticar los parámetros operativos de la maquinaria, donde se compruebe la correcta mantención de cada uno de los elementos, en virtud de: mejorar la calidad de las pulverizaciones para el control de plagas y enfermedades; disminuir la contaminación ambiental; mejorar las condiciones de seguridad al operador; y disminuir los residuos de agroquímicos en los alimentos agrícolas.

Se debe entender, claramente, que esta práctica es un beneficio común, no solo para la agricultura, sino también, para la sociedad en general. En ningún momento la inspección de pulverizadores debe comprenderse como una presión hacia los agricultores. Por lo anterior, es necesario promover este tipo de prácticas y difundir sus beneficios desde el punto de vista técnico, económico, medioambiental y social.

En Europa, “estudios han demostrado que la implementación de instrucciones de operaciones claras en forma de una guía de usuario, permitiría reducir el uso

de productos fitosanitarios en un 20% a 30%, al tiempo que se garantiza un nivel adecuado de control de plagas y un alto nivel de producción tanto en cantidad como en calidad” (Gil, 2019). De ese porcentaje se debe considerar que entre un 5 y un 10 % del total de la reducción del uso de fitosanitarios, es consecuencia de una correcta inspección del pulverizador.



Foto 4.1. Parte del proceso de inspección. Arriba, revisión visual de filtro principal de un pulverizador. Abajo, revisión funcional del régimen de giro de la toma de fuerza del tractor (Fotografías: gentileza Eliana San Martín).

4.2.4. Regulación de pulverizadores agrícolas

La regulación de pulverizadores agrícolas es parte de la inspección. Tiene como principal propósito ajustar cada uno de los elementos, para optimizar la aplicación de plaguicidas, permitiendo la entrega de la dosis óptima del producto en cada zona de la planta y uniformemente en todo el huerto.

La errónea o nula regulación de los equipos de aplicación de plaguicidas conllevará a un desconocimiento del volumen exacto de pulverización y un uso desmedido de los plaguicidas, donde, en la mayoría de los casos, se utiliza una cantidad mayor a lo requerido. Lo anterior solo genera problemas como: residuos en frutas y hortalizas, mayor resistencia de patógenos en el corto plazo, mayor contaminación ambiental por escurrimiento y deriva, entre otros.

En el cultivo del frambueso, los pulverizadores más utilizados en huertos pequeños suelen ser los de mochila, ya sea de tipo hidráulico o neumático. En cambio, para huertos con mayores superficies de plantación, es más recurrente la utilización de pulverizadores hidroneumáticos de levante hidráulico al tractor. Cada uno de los equipos mencionados, presenta una técnica distinta de formación y transporte de gotas hasta el cultivo y, por tanto, una calidad diferente de aplicación.

Lo importante es elegir y regular el pulverizador más adecuado de acuerdo al tamaño del huerto y las características de las plantas, respectivamente. Para un huerto de pequeña superficie, se recomienda el uso de pulverizadores neumáticos de mochila.

En estos, las gotas se generan al entrar en contacto el líquido con una corriente de aire a alta velocidad, y el mismo viento transporta las gotas hasta el cultivo (Foto 4.2.). Para huertos de superficies medianas a grandes, es más eficiente utilizar equipos de conexión al tractor, ya sea neumáticos o hidroneumáticos. Estos últimos generan gotas por presión de líquido, y un ventilador de flujo axial transporta las gotas hasta el follaje (Foto 4.3.). De acuerdo a lo anterior, se considera que los pulverizadores que cuenten con asistencia de viento, siempre presentarán mejor deposición y distribución de las gotas en el follaje, respecto a aquellos que no lo posean. Por tanto, para aplicaciones al follaje de frutales se debe evitar el uso de pulverizadores hidráulicos de mochila, más conocidos como ‘bombas de espalda’. Estos últimos son recomendados para el uso de herbicidas.



Foto 4.2. Pulverización demostrativa con agua en un huerto de frambuesas con equipo neumático de mochila.



Foto 4.3. Pulverizador hidroneumático de levante hidráulico al tractor, utilizado en huerto de frambuesas.

Como ya se indicó, la técnica de aplicación tiene importancia en la inocuidad de la fruta, respecto al depósito inicial, es decir, a la cantidad de plaguicida que sea capaz de colocar el pulverizador en los tejidos vegetales de las plantas. Por una parte, una técnica poco eficiente, como un pulverizador hidráulico de mochila, permitirá que gran parte del volumen de mezcla quede solo en la periferia de las plantas, generando mayor depósito en las frutas más externas, como también, mayor escurrimiento al suelo. Por otra parte, un equipo más eficiente, como un hidroneumático o neumático, permitirá que la dosis del plaguicida quede mejor distribuida en la planta, tanto en su parte externa, como interna.

Para comprobar la distribución de la pulverización, es decir, el tamaño y número de gotas por superficie, se utilizan papeles hidrosensibles. Estos son papeles de color amarillo que se tiñen de azul al contacto de las gotas. Un papel con buena cobertura será aquel que muestre un fondo amarillo con muchas manchas finas de color azul (Foto 4.4.), mientras que un papel completamente azul acusará un excesivo uso de agua y plaguicida en esa ubicación.

En las Figuras 4.4. y 4.5. se muestran papeles hidrosensibles ubicados en forma de cruz al interior de una hilera de mora híbrida. A cada posición se le realizaron cuatro repeticiones (R1, R2, R3 y R4), con las que se determinaron las variables que influyen en la calidad de aplicación, como la cantidad de impactos por centímetro cuadrado y diámetro mediano volumétrico (DMV). Por ejemplo, para un insecticida de contacto se necesita, al menos, entre 40 y 50 gotas/cm², con un DMV que fluctúe entre 100 a 200 micras. Con ello se evidencia que con un pulverizador hidráulico de mochila (bomba de espalda) solo se puede conseguir un promedio de 15 gotas/cm² y un tamaño que supera las 300 micras como DMV (Figura 4.4.). Por el contrario, con un pulverizador neumático es posible promediar 56 gotas/cm² y un tamaño de gotas de 171 micras como DMV (Figura 4.5.), haciendo de esta aplicación mucho más efectiva y eficiente.



Foto 4.4. Papeles hidrosensibles para comprobar la calidad de aplicación. Izquierda, papel hidrosensible antes de la aplicación. Derecha, papel hidrosensible con excelente cubrimiento.

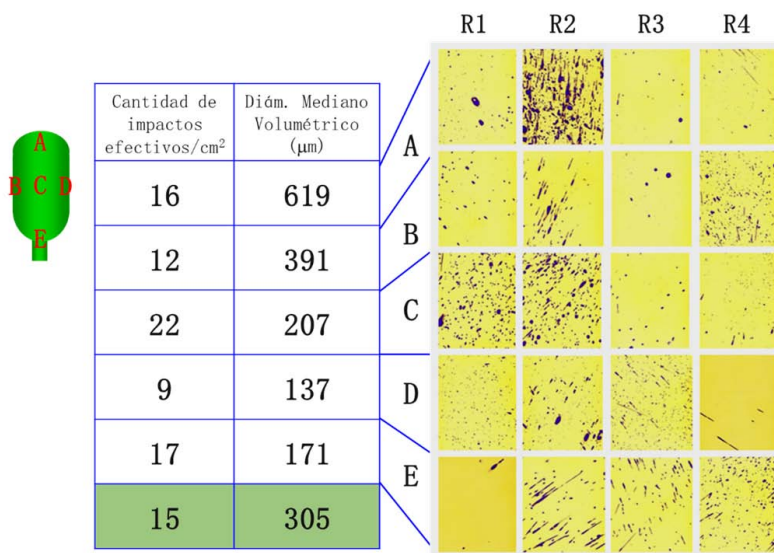


Figura 4.4. Impactos por centímetro cuadrado y DMV para papeles hidrosensibles ubicados en hilera de mora híbrida pulverizada con equipo hidráulico de mochila (bomba de espalda) (Abarca, 2008).

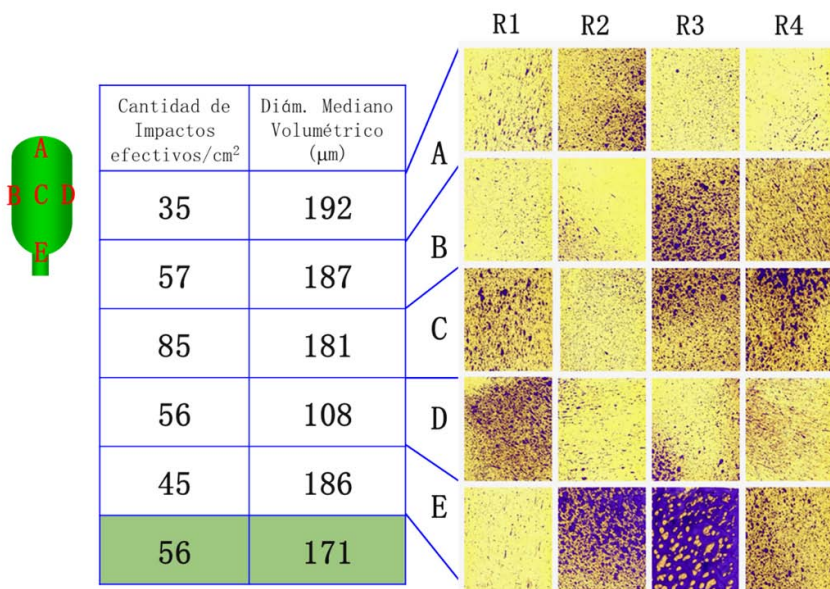


Figura 4.5. Impactos por centímetro cuadrado y DMV para papeles hidrosensibles ubicados en hilera de mora híbrida pulverizada con equipo neumático de mochila (equipo con asistencia de viento) (Abarca, 2008).

4.2.5. Condiciones climáticas y atmosféricas

Por una parte, y tal como se mencionó en el apartado de plaguicida y periodo de carencia, la zona geográfica influenciada por las condiciones climáticas del lugar, ya sea radiación solar, oscilación térmica, precipitación, entre otros, influye en la disipación de la carga máxima aportada de plaguicida al momento de la aplicación. Es decir, influye en la degradación del ingrediente activo a través del tiempo, el que a su vez influye en el período de carencia para establecer los límites máximos de residuos en el tejido vegetal. En otras palabras, es posible que el periodo de carencia varíe para un mismo plaguicida a una misma dosis en dos localidades extremas con distinto clima.

Por otra parte, las condiciones atmosféricas hacen referencia al escenario meteorológico puntual o de corto período, el cual influye en el momento de aplicación, como el viento ambiental, la humedad relativa, temperatura, entre otros, que pueden interferir en la carga o dosis inicial depositada en las plantas.

Muchos de los residuos detectados en frutas y hortalizas, corresponden a pulverizaciones que se realizan en condiciones atmosféricas desfavorables, especialmente temperatura elevada y fuerte viento ambiental. Este último, puede arrastrar la nube de pulverización por largas distancias, contaminando cultivos colindantes que se encuentren cerca de cosecha o con plaguicidas no permitidos en el cultivo afectado. El arrastre por viento puede ser mayor, cuando los plaguicidas presentan alta volatilidad (facilidad de una sustancia para pasar de estado líquido a gaseoso) y dicho vapor es trasladado a lugares indeseados.

Otro problema son las pérdidas de plaguicida y su contaminación. Se estima que las pérdidas superan el 30% del volumen, cuando se realizan aplicaciones con malas condiciones atmosféricas. Lo anterior conlleva a controles deficientes, donde, en la mayoría de los casos, se repiten las aplicaciones con una dosis de plaguicida mayor al recomendado por el fabricante, perjudicando la cantidad de residuos y la inocuidad de los alimentos agrícolas.

No se debe olvidar que, para un control eficiente, 'se debe asegurar que la dosis del plaguicida recomendado sea aplicada correctamente con el pulverizador, con buenas condiciones climáticas y en el momento adecuado de acuerdo al monitoreo de la plaga, generando el mínimo impacto ambiental y a la población'.

Literatura consultada

ABARCA, L. (2008). Mejoramiento de la eficacia en la aplicación de pesticidas en berries (*Rubus* sp.) a través de pulverizadores neumático e hidráulico de mochila. Tesis de grado. Talca, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 70 p.

ALISTER, C., ARAYA, M., BECERRA, K., KOGAN, M. 2017. Periodos de carencia: factores que influyen en su estimación. Revista Redagráfica, Chile. (En línea) Disponible en: [https://www.redagricola.com/cl/periodos-carencia-factores-influyen-estimacion/#:-:text=Cuando%20se%20habla%20de,L%C3%ADmite%20M%C3%A1ximo%20de%20Residuo%20\(LMR](https://www.redagricola.com/cl/periodos-carencia-factores-influyen-estimacion/#:-:text=Cuando%20se%20habla%20de,L%C3%ADmite%20M%C3%A1ximo%20de%20Residuo%20(LMR) Consultado en mayo de 2021.

DRIS, Randane; JAIN, S. Mohan. 2004. Preharvest Practice (Vol 1). Production practices and quality assesment of food crops. Kluwer Academic Publishers. New York, USA.

FAO, s.d. Los plaguicidas, en cuando contaminantes del agua. (En línea). Disponible en: <http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s06.htm#TopOfPage> Consultado en mayo de 2021.

GIL, E. 2013. Métodos alternativos a la expresión de la dosis. Departamento de ingeniería agroalimentaria y biotecnología universidad politécnica de Cataluña. Presentación, España. 27 d.

GIL, E., GRACIA, F. 2017. Manual de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso. (En Línea) Disponible en: <https://uma.deab.upc.edu/es/publicaciones-y-prensa/archivos/manual-de-inspeccion-de-equipos-de-aplicacion-copia2.pdf> Consultado en mayo de 2021.

GIL, E. 2019. Días de campo. Discurso de ingreso de la Real Academia de Doctores. Ediciones Gráficas Rey, S.L. Barcelona, España, 262 p. (En línea) Disponible en: <https://uma.deab.upc.edu/es/publicaciones-y-prensa/archivos/discurso-ingreso-emilio-gil-moya-dias-de-campo-compr.pdf> Consultado en mayo de 2021.

QUICENO, J., MORA, G., BARRERA, E., ESTRADA, E., GÓMEZ, D., CARDONA, L., PASSARO, C., JIMENEZ, C. 2018. Pesticidas, residualidad y periodos de carencia. Aplicaciones en el cultivo del aguacate. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Rionegro, Colombia. 52 p. (En línea). Disponible en: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4948/pesticidas_residualidad_carencias.pdf;sessionid=2CADA0CF05E4D66581AA91F3C3958EB7?sequence=3 Consultado en mayo de 2021.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, 2000. Clasificación de los plaguicidas de uso agrícola, Resolución N°2195. Chile. (En línea) Disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/RESOLUCION_2196.pdf Consultado en mayo de 2021.

SHIGUEAKI, R.; TEXEIRA, M.M.; BATISTA DE ALVERENGA, C. 2011. Volume diferenciado. Máquinas - Cultivar. Brasi. Julio 11, año X - N° 109. 8 - 10 pp.

SUTTON, T.B. UNRATH, C.R., 1984. Evaluation of the Tree-Row-Volume concept with density adjustments in relation to spray deposits in apple orchards. Plant Disease 68(6): 480-484.

Glosario

Acérvulos: cuerpo fructífero asexual, subepidérmico y en forma de plato que produce conidios en conidióforos cortos.

Agalla: hinchamiento o crecimiento excesivo que aparece en las plantas como resultado de la infección por ciertos patógenos.

Asca: célula en forma de saco de una hifa que pasa por meiosis y que contiene a las ascosporas (por lo común, ocho).

Ascosporas: espora que se produce sexualmente en un asca.

Basidiocarpus: es el esporocarpo de un hongo basidiomiceto, que consiste en una estructura multicelular sobre la que se dispone el himenio productor de esporas

Basidiomycota: grupo de hongos que producen sus esporas sexuales, o basidiosporas, en los basidios.

Basidiospora: espora producida de manera sexual y localizada sobre un basidio.

Biofumigación: es el control de plagas y patógenos del suelo por medio de la liberación en el suelo de compuestos originados naturalmente de la descomposición de residuos orgánicos.

Cancro: lesión necrótica y con frecuencia profunda que se produce en el tallo, ramas o ramillas de una planta.

Clorosis: amarillamiento de los tejidos normalmente verdes, debido a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.

Conidio: espora asexual de un hongo formada en el extremo de un conidióforo.

Conidióforo: hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios.

Cuerpo fructífero: estructura compleja de los hongos que contiene esporas

Cutícula: capa más exterior del tegumento, inmediatamente por encima de la epidermis y segregada por esta. Es una formación rígida, de estructura compleja y compuesta por quitina, entre otras sustancias, que constituye un esqueleto externo

Espora: unidad reproductiva de los hongos que consta de una o varias células; es análoga a la semilla de las plantas verdes.

Esporangio: estructura que contiene esporas asexuales. En algunos casos funciona como espora.

Esporangióforo: hifa especializada que porta uno o más esporangios.

Esporocarpo (también llamado cuerpo fructífero o cuerpo de fructificación) es una estructura pluricelular sobre la que se forman otras estructuras productoras de esporas, como los basidios o los ascas.

Hifa: ramificación simple de un micelio.

Hemocele: cavidad interna entre los tejidos rellenos de sangre.

Microesclerocios: masa compacta de micelio endurecido que contiene reservas alimenticias, por lo común con una cubierta oscura y capaz de sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables.

Micelio: hifa o masa de hifas que constituyen el cuerpo de un hongo

Necrosis: deterioro estructural o funcional de los tejidos por la muerte de sus células

Patógenos: es cualquier microorganismo capaz de producir alguna enfermedad

Peritecio: ascocarpo en forma de botella o globular y que tiene una abertura o poro (ostíolo).

Picnidio: cuerpo fructífero asexual, esférico o en forma de botella que en su interior contiene conidióforos y conidios.

Plásmido: porción de DNA circular hereditario extracromosómico que se autoduplica y que existe en ciertas bacterias y hongos. En general, no se requiere para la supervivencia del organismo.

Plásmido Ti (Ti plasmid o Tumour inducing plasmid en inglés): recibe el nombre por su capacidad para hacer que las bacterias que lo portan sean capaces de inducir tumores en las raíces o en el tronco de determinadas especies vegetales

Pseudotecio: este tipo es similar a un peritecio, pero las ascas no se organizan regularmente en una capa himenial distinta. La estructura es bitunicada, con una pared doble que se expande cuando absorbe agua, estallando en un movimiento repentino que expulsa las esporas y promueve su dispersión

Rizósfera: suelo que se encuentra próximo a una raíz viva.

Solarización: es una técnica de desinfección, que consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico transparente durante los meses más cálidos, a fin de incrementar su temperatura, mediante radiación solar.



Boletín INIA / N° 445

www.inia.cl



GOBIERNO
REGIONAL
DEL MAULE



Descubre el
Maule
El corazón de Chile