

FUNGIFREE^{AB}

**Cultivos sin fronteras,
SIN ANTRACNOSIS NI CENICILLA**



CULTIVOS CON CALIDAD DE

EXPORTACIÓN

PREMIO ADIAT
A LA INNOVACION TECNOLÓGICA



agro biotecnía
agrobiotecnía.com

**IA INNOVADORES
DE AMÉRICA**

FMC

Sembrando vida juntos



campolimpio.org.mx



fmcagroquimica.com.mx

EL BIOFUNGICIDA DE ALTA TECNOLOGÍA, CON CERTIFICADO OMRI®, PARA EL CONTROL EFECTIVO DE ANTRACNOSIS, CENICILLA Y MOHO GRIS

INTRODUCCIÓN

Fungifree AB® es un biofungicida formulado con esporas viables de la bacteria *Bacillus sp.* cepa 83 con una concentración de ingrediente activo del 1 %. Es un producto de alta tecnología, desarrollado 100 % en México por instituciones de investigación de alto nivel científico y tecnológico. Posee el certificado de OMRI® que permite su uso en agricultura orgánica.

Al aplicar este producto como se indica en la etiqueta, hay garantía de estar aplicando una bacteria viva única en su tipo que es un potente antagonista de hongos fitopatógenos, con alta eficacia en la prevención y control de las enfermedades.



Figura 1. *Fungifree AB*® y su principio activo, la bacteria *Bacillus sp.* cepa 83. En la foto superior se muestra la forma típica de la espora bacteriana observada al microscopio electrónico, y la parte inferior muestra detalles de la división celular durante su crecimiento en laboratorio.

LA IMPORTANCIA DEL CONTROL BIOLÓGICO EN LA AGRICULTURA

Actualmente existe, a nivel mundial, una tendencia de los consumidores hacia la compra de alimentos obtenidos bajo esquemas de producción que minimicen el uso de agroquímicos obtenidos a través de síntesis química. Es así que uno de los principales retos que se tiene en la agricultura moderna es el de producir más y mejores cosechas, reduciendo al mismo tiempo la aplicación de agroquímicos.

Una alternativa a dicha tendencia es la que presentan los métodos biológicos, basados en organismos que naturalmente previenen el desarrollo de plagas y enfermedades, los cuales se denominan Agentes de Control Biológico (ACB) [1,2]. El principio activo de *Fungifree AB*® es una muy particular bacteria del género *Bacillus* (Figura 1), aislada del follaje de mango, que ha demostrado científicamente su antagonismo a los microorganismos patógenos de diferentes formas: **compitiendo por espacio y nutrientes**, produciendo **metabolitos** que son capaces de atacar las estructuras celulares de los patógenos y de **inducir** una respuesta de los **sistemas de resistencia** con que cuenta la planta de forma natural.

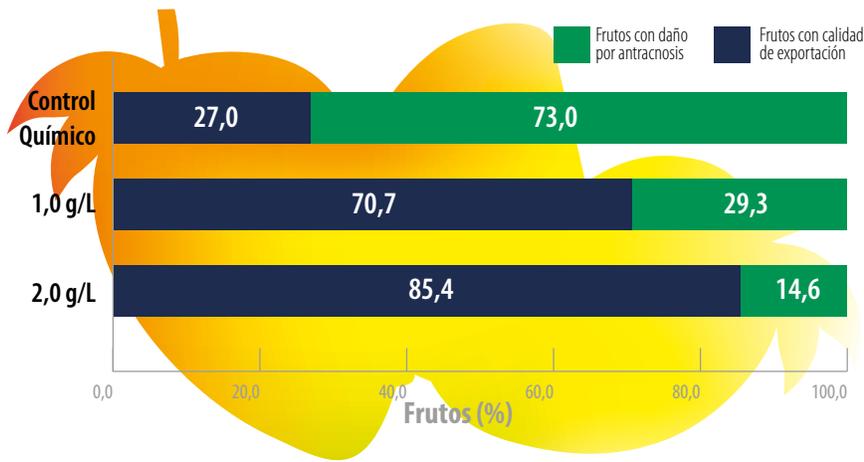
Dado su carácter biológico, *Fungifree AB*® no deja residuos tóxicos sobre la superficie de los frutos y follaje de hortalizas y frutales (residualidad cero), no tiene efecto negativo en la salud de las personas que lo manejan, ni afecta negativamente el medio ambiente; además tiene una efectividad comparable o superior a la del producto químico tradicional que puede sustituir.

¿PARA QUÉ SIRVE?

Fungifree AB® puede prevenir la incidencia y la severidad de antracnosis en mango, aguacate, cítricos y papaya; de cenicilla polvorienta en hortalizas de las familias de las solanáceas y las cucurbitáceas; así como de moho gris y cenicilla polvorienta en las frutillas o berries, tanto en campo abierto como en agricultura protegida. Todo esto está respaldado por las entidades gubernamentales (SAGARPA y COFEPRIS) las cuales han otorgado registros que autorizan su uso contra especies de ocho hongos fitopatógenos, en 23 cultivos.

Fungifree AB® ayuda a promover el desarrollo saludable de los cultivos y obtener productos con mayor vida de anaquel y frutos con mejores atributos, logrando calidad de exportación. Por ejemplo, al usar *Fungifree AB*® en el cultivo de mango (figura 2), se obtiene hasta un 85% de frutos de mango libres de antracnosis y con calidad necesaria para exportación, mientras que con el tratamiento tradicional, sólo se alcanza un 25 % [3].

Figura 2. Efecto de diferentes dosis de *Fungifree AB®* en la producción de mangos con calidad de exportación. Se realizaron siete aplicaciones mensuales de 4 L de cada tratamiento por árbol. El control consistió en un tratamiento químico convencional. Se consideraron frutos con calidad de exportación aquellos libres de manchas ocasionadas por la antracnosis. Datos tomados de Serrano-Carreón, *et al* (2010)[3].



Fungifree AB® pertenece a la categoría toxicológica 5, la cual corresponde a la banda de color verde en la etiqueta. Ésta es la categoría de mínima toxicidad; sin embargo, se ha demostrado que no existe riesgo alguno para los humanos ni para el medio ambiente.

Por esa razón puede aplicarse incluso el día de la cosecha, ya que el intervalo de seguridad a corte es de 0 días. La seguridad del producto ha sido aprobada por COFEPRIS, ya que cumplió satisfactoriamente con rigurosas pruebas que así lo demostraron.

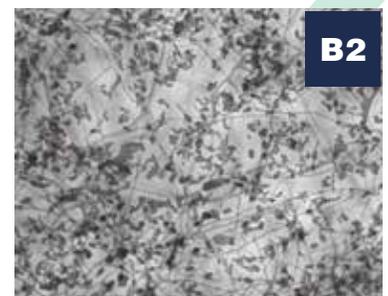
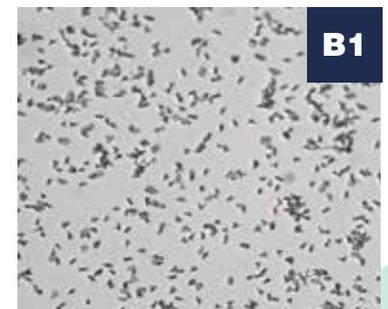
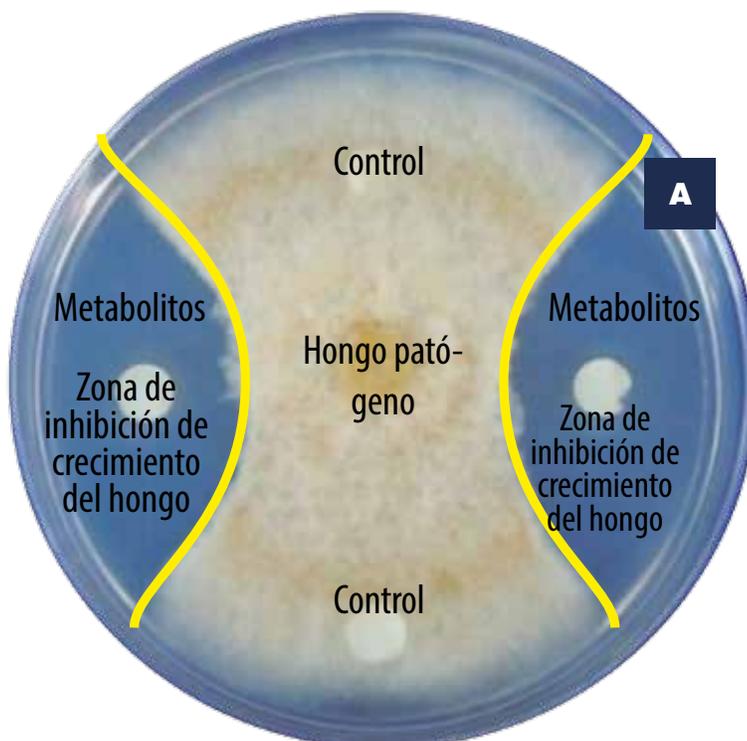
¿CÓMO FUNCIONA?

Fungifree AB® funciona principalmente con base en los siguientes modos de acción:

Competencia por espacio. Cuando se aplica *Fungifree AB®* al follaje de los cultivos, las bacterias ocupan el espacio en la superficie del órgano vegetal, teniendo también el potencial de producir un polímero que recubre el área donde se encuentran las bacterias, formando una barrera protectora que dificulta y reduce el establecimiento de los microorganismos patógenos que lleguen después e intenten infectar la planta.

Producción de metabolitos. *Bacillus sp.* cepa 83 produce una amplia gama de compuestos benéficos, entre los que se encuentran enzimas degradadoras de pared celular del patógeno, promotores de crecimiento vegetal y al menos seis antibióticos. Son estos antibióticos los que, en conjunto con otros **metabolitos** producidos por la bacteria, han demostrado ser capaces de prevenir el ataque de ocho diferentes especies de hongos fitopatógenos. En el caso particular de *Colletotrichum gloeosporioides*, causante de antracnosis en varios cultivos, se ha demostrado que tienen un efecto inhibitorio de la germinación de las esporas del hongo (figura 3), previniendo la infección por el hongo.

Figura 3. Efecto *in vitro* de los antibióticos producidos por *Bacillus sp.* cepa 83 sobre *Colletotrichum gloeosporioides* (A). Esporas de *Colletotrichum gloeosporioides* son incapaces de germinar al estar en contacto con los **metabolitos** producidos por *Bacillus sp* cepa 83 (B1), mientras que en la muestra control sin la presencia de los **metabolitos** presentes en *Fungifree AB®* se observa la formación de micelio (B2).



¿EN QUÉ ES DIFERENTE DE OTROS FUNGICIDAS BIOLÓGICOS?

Fungifree AB® posee una serie de características distintivas que respaldan su efectividad:

- Origen.
- Formulación única.
- Potencial genético.
- Larga vida de anaquel.
- Alta efectividad certificada.
- Compatibilidad con otros productos comerciales.
- Certificado OMRI.

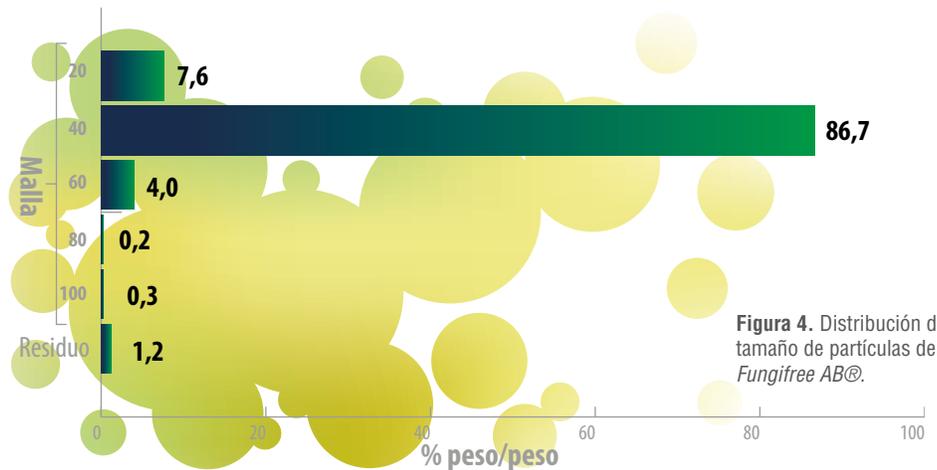


Figura 4. Distribución del tamaño de partículas de *Fungifree AB*®.

Origen. La cepa 83 de *Bacillus sp.* fue aislada del follaje de árboles de mango, por lo que es una cepa con mayor capacidad de colonización y adaptación cuando se aplica foliarmente, a diferencia de la mayoría de las cepas de *Bacillus* que se comercializan actualmente, ya que éstas se han aislado del suelo.

Formulación única, *Fungifree AB*® está diseñado para garantizar que las esporas de *Bacillus sp.* cepa 83, al ser aplicadas, germinen eficientemente, se establezcan en el follaje y/o frutos y para maximizar su efectividad al favorecer selectivamente el desarrollo de la bacteria antagonista en la planta. De igual forma, favorece una alta producción de **metabolitos** antifúngicos. *Fungifree AB*® es un polvo humectable de fácil resuspensión y con una distribución de tamaño de partícula muy homogénea (figura 5), que por lo tanto puede ser aplicada con los equipos que se usan comúnmente en el campo. Debido a que la bacteria se encuentra en forma de spora, los componentes incluidos en la formulación de *Fungifree AB*® contribuyen a disminuir los efectos ambientales sobre la viabilidad de *Bacillus sp.* cepa 83, lo que asegura que ésta pueda ejercer su acción a pesar de haber sido almacenada por periodos superiores a dos años.

Potencial genético.

Bacillus sp. cepa 83 ha sido caracterizada genéticamente de forma muy específica, por lo que se conocen muchos de los genes que posee y se sabe de su capacidad para producir un conjunto de **metabolitos** con efectos antifúngicos, producción de biopolímeros, promotores de crecimiento vegetal e inductores de resistencia en la planta a enfermedades.

Larga vida de anaquel.

Si se almacena según las recomendaciones de la etiqueta (en un lugar fresco y seco y sin exponerse a la luz directa del sol), conserva su efectividad hasta por cuatro años.

Alta efectividad certificada.

Fungifree AB® ha sido evaluado en una extensa variedad de cultivos que son afectados por enfermedades ocasionados por hongos. Como resultado de dichas evaluaciones rigurosas, en donde se ha constatado y certificado por diferentes investigadores, de prestigio reconocido y autorizados por la SAGARPA, que el producto es efectivo a nivel de campo en su uso como biofungicida. Se cuenta con los dictámenes técnicos de efectividad biológica y el registro de uso otorgados por la SAGARPA y por la COFEPRIS.

Compatibilidad con otros productos comerciales.

Fungifree AB® es compatible con agroquímicos que se usan tradicionalmente en agricultura como insectidas y fungicidas de contacto y sistémicos para el manejo de plagas y enfermedades, así como con fertilizantes foliares y bioestimulantes. En vista de que su principio activo es una bacteria, no es compatible con antibióticos como la gentamicina.

Gracias a todas estas características, *Fungifree AB*® constituye una herramienta útil para el manejo integrado en la prevención de enfermedades en los cultivos registrados, ayudando a reducir o eliminar la carga de productos químicos en frutas y hortalizas, mismos que constituyen un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, pero logrando alta productividad en el campo.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

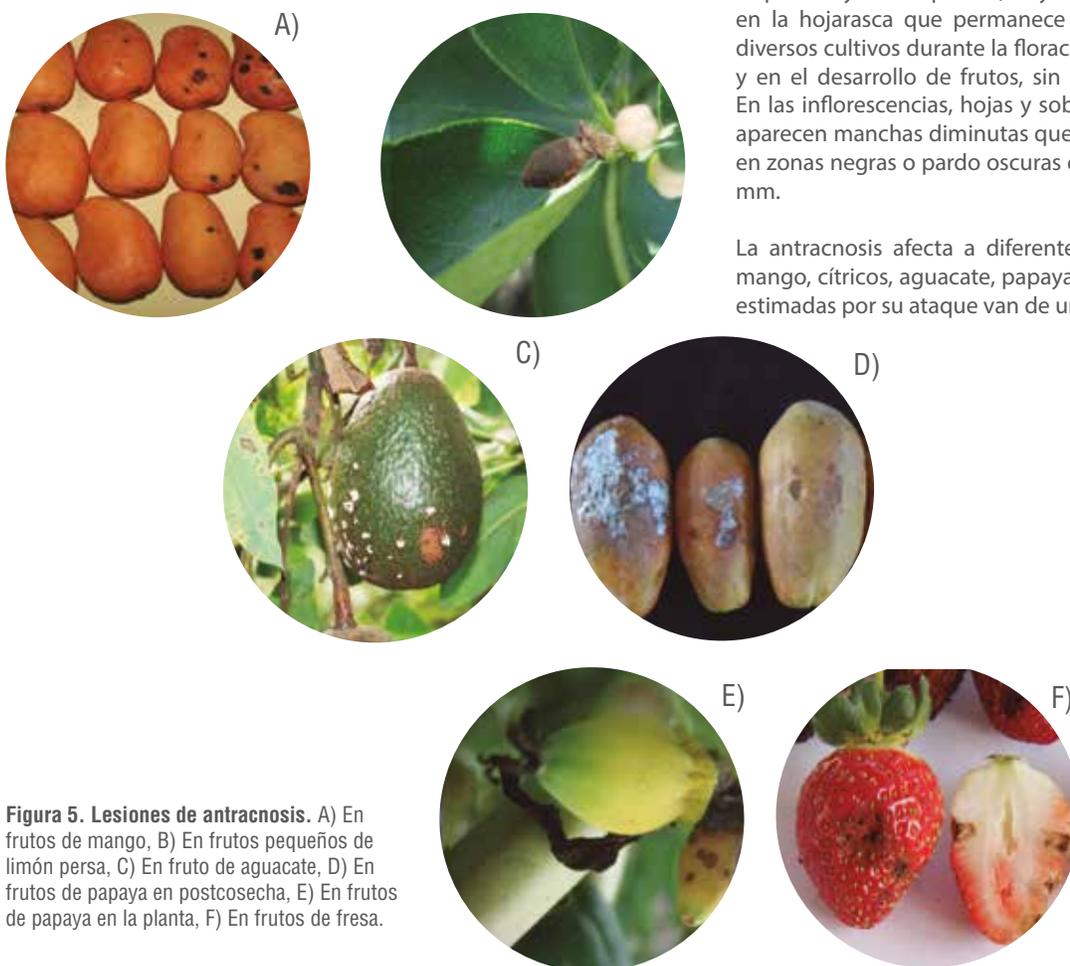
Fungifree AB[®] está registrado para su utilización en 23 cultivos contra ocho especies de hongos fitopatógenos que atacan a cultivos de importancia económica.

El uso más recomendado de *Fungifree AB*[®] es en la prevención de las enfermedades para evitar el desarrollo de la mismas, o usarlo en alternancia con otros fungicidas, explotando las mejores características de ambos grupos de productos para hacer un manejo más eficiente y racional de las enfermedades y de esta manera se contribuye a la reducción de la carga química en las cosechas.

I. Antracnosis en frutales y frutillas (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum fragariae*).

La antracnosis es una enfermedad importante en regiones tropicales y subtropicales, cuyos agentes causales invernan en la hojarasca que permanece en el suelo y que afecta a diversos cultivos durante la floración, el crecimiento del follaje y en el desarrollo de frutos, sin importar la edad o tamaño. En las inflorescencias, hojas y sobre la superficie de los frutos aparecen manchas diminutas que con el tiempo se convierten en zonas negras o pardo oscuras con diámetro de hasta 5 a 10 mm.

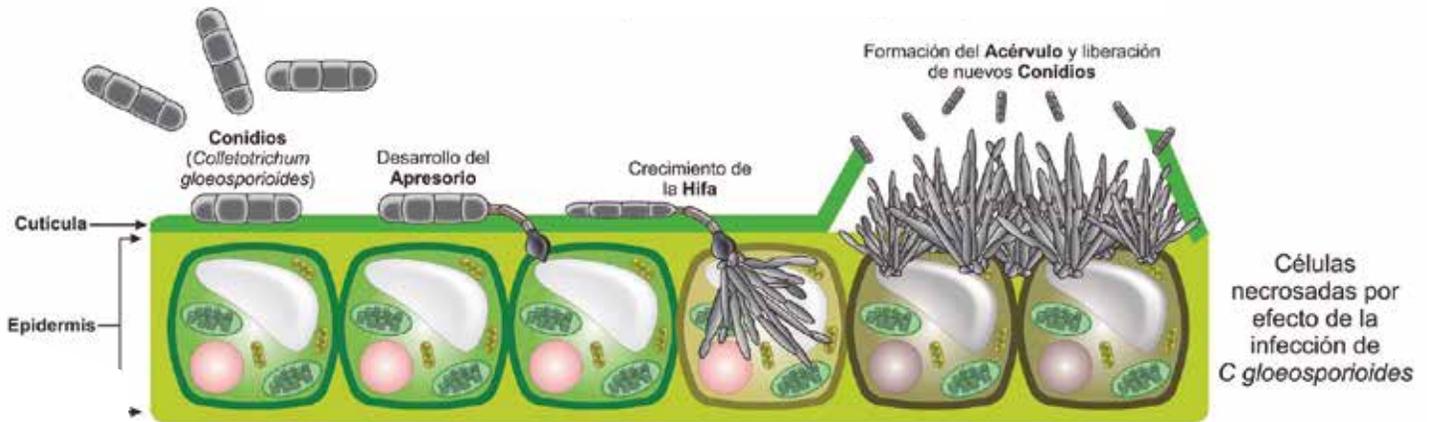
La antracnosis afecta a diferentes cultivos frutales como mango, cítricos, aguacate, papaya y fresas, donde las pérdidas estimadas por su ataque van de un 30 hasta un 60 %.



Existen diferentes métodos de control para esta enfermedad; sin embargo, la efectividad de los tratamientos convencionales es muy variable y casi siempre involucra el uso de fungicidas químicos. La mejor recomendación de uso de *Fungifree AB*[®] es formando parte de un manejo integrado, de preferencia cuando fenológicamente el cultivo sea susceptible al ataque y las condiciones climáticas propicien su desarrollo, o bien en alternancia con fungicidas químicos.

DESARROLLO DE ANTRACNOSIS

por infección de *C. gloeosporioides*



CONTROL BIOLÓGICO

de la enfermedad aplicando Fungifree AB®

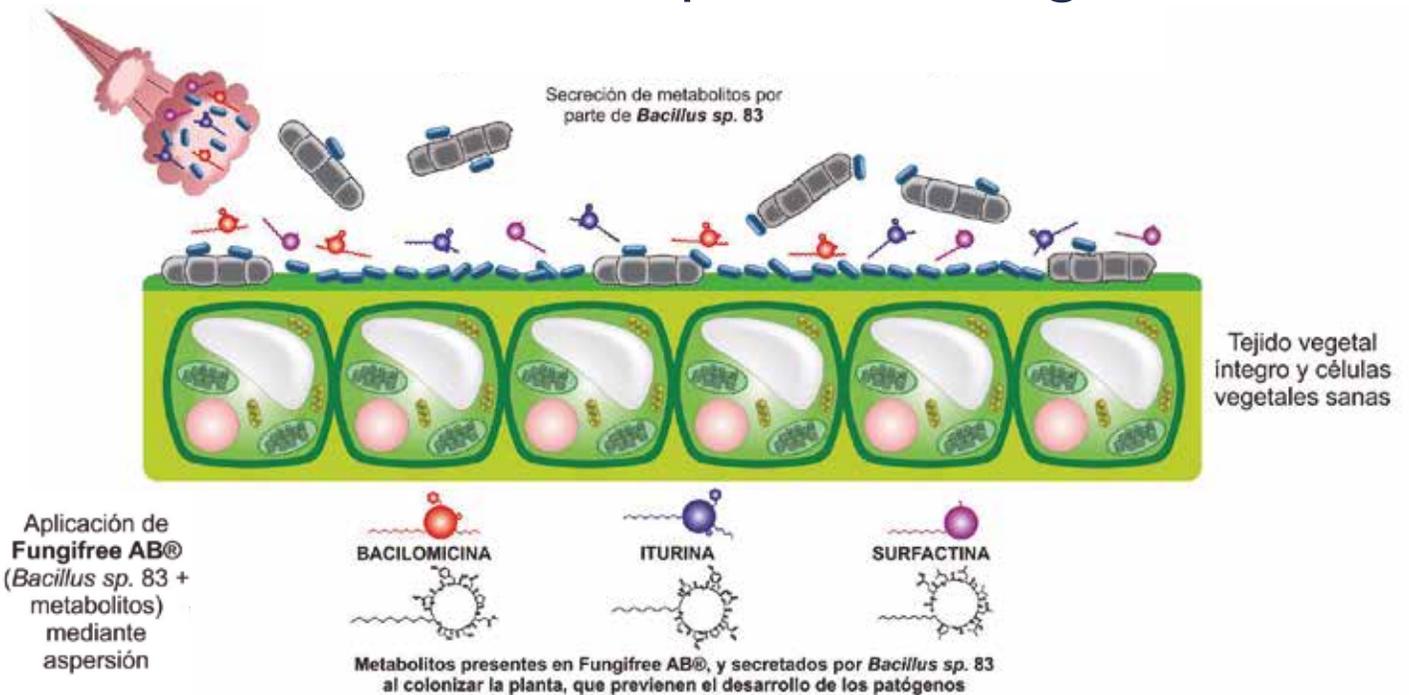


Figura 6. Representación del mecanismo de infección de esporas de *Colletotrichum gloeosporioides* para el desarrollo de antracnosis en mango (panel superior) y la inhibición de la enfermedad (panel inferior) al aplicar Fungifree AB®.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

MANGO

En cultivo de mango, si se aplica *Fungifree AB*® siguiendo un programa de aplicación mensual, se reduce considerablemente la severidad del daño causado por la antracnosis (Figura 7).

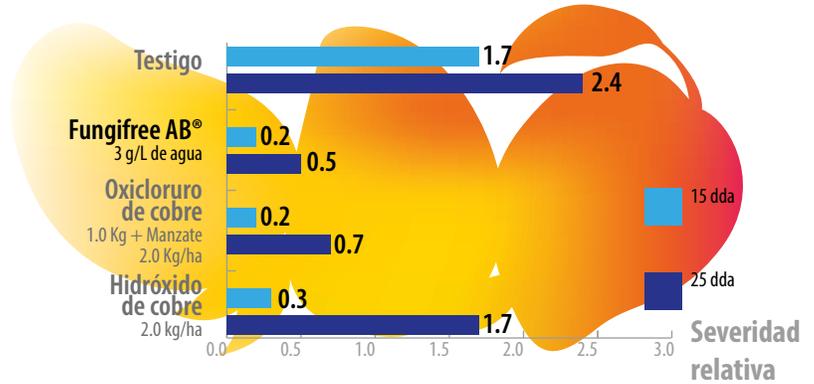


Figura 7. Nivel de severidad de antracnosis en frutos de mango con diferentes tratamientos. Volumen de agua utilizado 830 lt/ha.

CÍTRICOS

En el cultivo de cítricos, el ataque de *Colletotrichum* es muy severo al momento de la floración, afectando el amarre de frutos, por lo que se recomienda iniciar las aplicaciones de *Fungifree AB*® a dosis de 2.0 kg/ha desde la formación de yemas florales y continuar con aplicaciones a intervalos de 7-10 días para lograr una prevención completa y mayor amarre de frutos. En el estudio comparativo, la dosis utilizada de 2.0 kg/ha de *Fungifree AB*® resultó igual de eficiente que el estándar comercial a base de oxidocloruro de cobre a dosis de 3g/L de agua (Figura 8) [4].

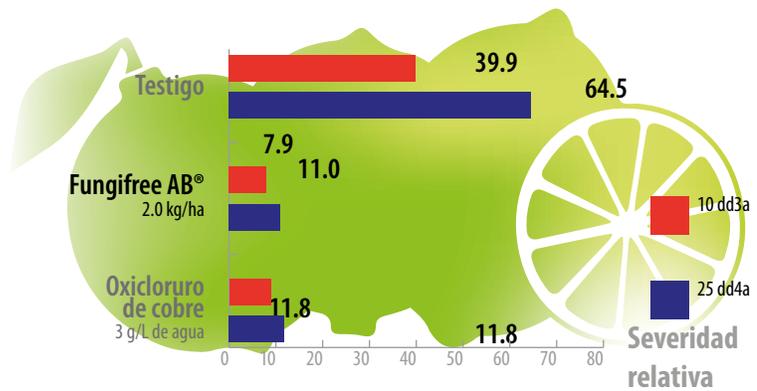


Figura 8. Severidad de antracnosis con diferentes tratamientos aplicados a intervalos de 7-10 días en limón persa en Cuitláhuac, Veracruz [4]. Volumen de agua utilizado 250 lt/ha.

*Dd3a es días después de la tercera aplicación y dd4a es días después de la cuarta aplicación.

PAPAYA

En el cultivo de papaya se hace un uso intensivo de fungicidas preventivos y curativos en la plantación y en postcosecha. Al realizar cuatro aplicaciones preventivas de *Fungifree AB*®, a dosis de 2 kg/ha a intervalos de 7 días entre ellas, se logró reducir la severidad de la enfermedad a los mismos niveles que el tratamiento químico convencional (Figura 9) [5].

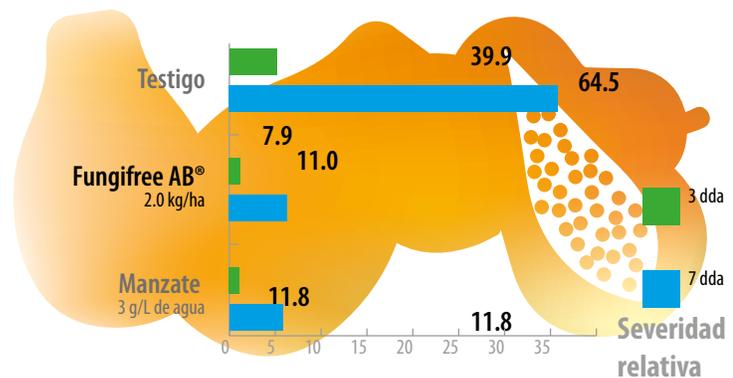


Figura 9. Severidad de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de papaya var. Maradol, después de cuatro aplicaciones de *Fungifree AB*®, en Cotaxtla, Veracruz [5]. Volumen de agua utilizado 620 lt/ha.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

AGUACATE

El cultivo de aguacate representa una importante fuente de ingresos para nuestro país. De acuerdo a la información publicada por la APEAM, en el 2015 se exportaron a los Estados Unidos de América 687,000 toneladas y se cuenta ya con una participación de mercado del 78 %. Se exporta también a Canadá, la Unión Europea y Japón.

El tiempo de transporte a los mercados de los Estados Unidos es relativamente corto; sin embargo, transportar frutos hacia Europa y Japón se lleva varios días y hasta semanas, motivo por el cual la sanidad de los frutos es una prioridad para que vayan libres de patógenos como *Colletotrichum*, que normalmente se manifiesta en postcosecha, afectando la vida de anaquel en los supermercados.

Esta oportunidad de negocio está obligando a los productores a tecnificarse, diseñando nuevos esquemas de manejo de las plagas y enfermedades, donde los productos biológicos, como *Fungifree AB*[®], representan una alternativa viable para el manejo de la antracnosis.

El uso de *Fungifree AB*[®] a dosis de 2.0 g/L de agua en aplicaciones foliares a intervalos de 25 -30 días, resulta más eficiente en la prevención de antracnosis que los tratamientos regionales a base de cobre (Figura 10) [6].

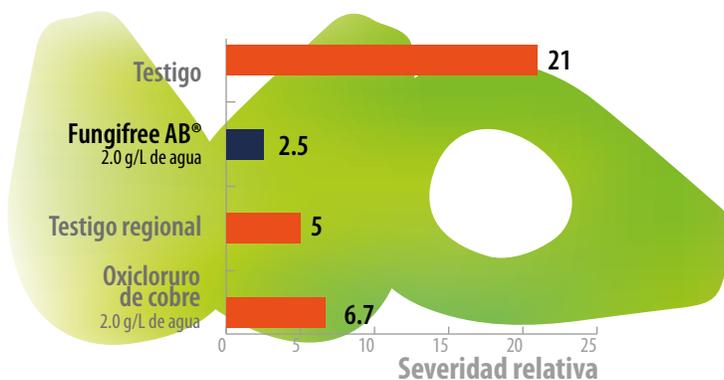
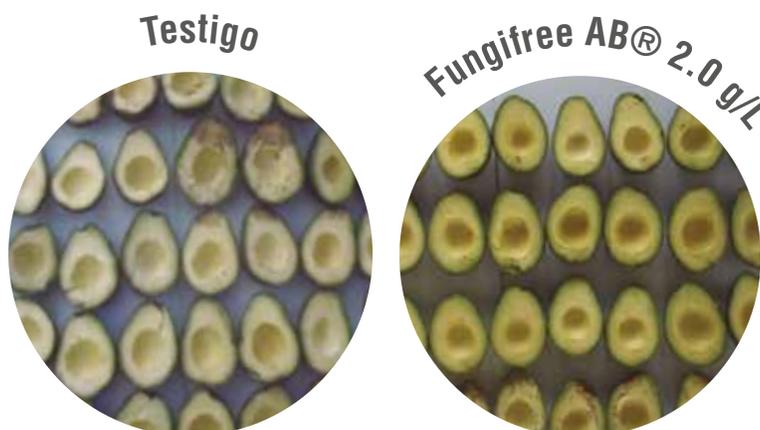


Figura 10. Severidad de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de aguacate variedad Hass, después de cuatro aplicaciones de *Fungifree AB*[®]. Tancitaro, Michoacán [6].



Testigo regional: Hidróxido de Cu 2 kg/ ha, Nobac 5 kg/ha, Oxidocloruro de cobre + Azufre 300 mL/100 L, Caldo Bordelés, Hidróxido de Cu 400 mL/100 L, Hidróxido de Cu 2 kg/ ha. Volumen de agua utilizado 1800 lt.

Cuadro de dosis y recomendaciones para frutales. En la siguiente tabla se señalan los cultivos para los que está registrado el uso de *Fungifree AB*[®] en la prevención de la antracnosis (*Colletotrichum sp.*), se incluyen además las dosis, número e intervalo de las aplicaciones recomendadas.

Cultivo	Enfermedad	Dosis	Observaciones
Mango (0)	Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	200 g/100 L agua	Realizar tres aspersiones al follaje a intervalos de 60 días
Aguacatero (0)	Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	2-4 g/L agua	Realizar tres aplicaciones al follaje a intervalos de 30 días, para asegurar un control adecuado es necesario agregar a la mezcla un adherente a razón de 1 mL/L de agua y un bioestimulante hormonal a razón de 700 mL/2000 L de agua; volumen de aplicación 1675-1775 L de agua/ha.
Papayo (0)	Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	2-4 g/L agua	Realizar cuatro aplicaciones al follaje, a intervalos de 7 días; volumen de aplicación 500-600 L de agua/ha.
Lima Limonero Mandarino Naranja Toronjo (0)	Antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i>)	2-4 Kg/ha	Realizar cuatro aplicaciones al follaje, a intervalo de 10 días; agregar a la mezcla un coadyuvante; volumen de aplicación 1950-2050 L de agua/ha.
Arándano Frambuesa Fresa Zarzamora (0)	Antracnosis (<i>Colletotrichum fragariae</i>)	1.5-2.5 Kg/ha	Realizar cuatro aplicaciones al follaje; volumen de aplicación de 350-450 L de agua/ha.

(0) Intervalo de seguridad en días entre la última aplicación y la cosecha.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

FRESAS

La importancia de las berries (destacando el cultivo de fresa, en los estados de Michoacán, Guanajuato, Baja California y Estado de México) es muy alta, ya que es una fuente importante de ingresos y genera una gran demanda de mano de obra durante los meses de agosto a mayo. La producción en su mayoría es de exportación a los Estados Unidos de América.

La tecnificación del cultivo, destacando la utilización de sistemas de riego por goteo, fertilización intensiva y el uso de plásticos, sin duda han favorecido la productividad y la calidad. Sin embargo, el sombreo y la disponibilidad constante de humedad en el suelo, propicia un microclima con el incremento de la humedad relativa y favorece el desarrollo de enfermedades como la cenicilla, la antracnosis y *Botrytis*.

La antracnosis afecta la calidad de frutos de fresa, por lo que los frutos dañados deben ser eliminados para no afectar a los demás y así llegar en perfectas condiciones al consumidor. Al igual que otros cultivos, la fresa demanda un uso intensivo de fungicidas preventivos para mantener bajo control un complejo de enfermedades del follaje y de los frutos.

Fungifree AB®, aplicado a intervalos de 7-10 días a dosis de 1.5 a 2.0 kg/ha, reduce considerablemente la incidencia de frutos dañados por la antracnosis (Figura 11) [7], por lo que es una herramienta útil para el manejo de esta enfermedad y de la cenicilla polvorienta de fresa y de berries.

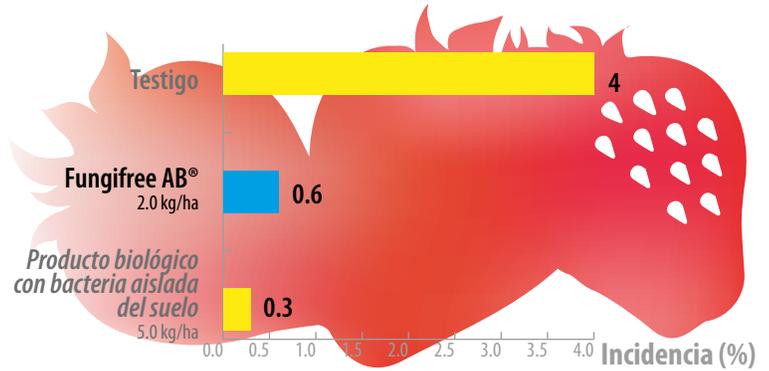


Figura 11. Incidencia de *Colletotrichum fragariae* después de la tercera aplicación en el cultivo de fresa, Zamora, Michoacán [7]. Volumen de agua utilizado 400 lt/ha.



BERRIES

Los cultivos de berries como fresa, arándano, frambuesa y zarzamora son afectados por la cenicilla polvorienta, la antracnosis y *Botrytis*, afectando el área foliar y la calidad de frutos. Dado de que son cultivos intensivos y en su mayoría para el mercado de exportación, se requiere de un manejo preventivo de las plagas y enfermedades, donde el uso de productos biológicos como *Fungifree AB*® es una importante herramienta para los productores (Figura 12).

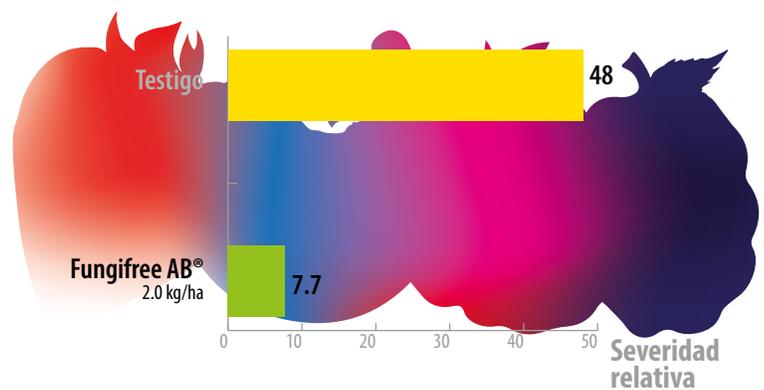


Figura 12. Severidad de cenicilla polvorienta en el cultivo de fresa 7 días después de la tercera aplicación, Zamora, Michoacán. Volumen de agua utilizado 450 lt/ha.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

II. Cenicilla polvorienta en solanáceas, cucurbitáceas y berries.

La cenicilla polvorienta ataca a la mayoría de las hortalizas (Figura 13). Es causada por diferentes géneros de hongos como *Erysiphe sp.*, *Leveillula taurica*, *Sphaerotheca sp.* Su inicio depende de la edad de las plantas, la humedad relativa (50 – 90 %) y la temperatura (25 -30 °C) a las que se

encuentra sometido el cultivo. Los síntomas pueden variar en los diferentes cultivos, pero en forma general, se presentan en hojas, peciolo, ramas jóvenes, brotes nuevos y frutos. En la superficie de los órganos afectados se pueden observar manchas blanquecinas de aspecto polvoso, que pueden ser pequeñas al inicio pero en condiciones extremas causa amarillamiento y posteriormente defoliación. Ello reduce el rendimiento y ocasiona una mala calidad del fruto por su apariencia y por golpes de sol [8].



Figura 13. Lesiones y daño por cenicilla en diferentes cultivos. A) En pimiento morrón, B) En tomatillo, C) Daño severo en tomate en invernadero, D) Aspecto polvoso en cucurbitáceas, E) Amarillamiento del haz de hojas de fresa F) Aspecto polvoso en follaje de frambuesa.

El principal método de control de la enfermedad es con el uso de fungicidas preventivos y curativos, especialmente los que contienen azufre, triazoles, carboxamidas y estrobilurinas. Sin embargo, se tiene el conocimiento que actualmente el patógeno es resistente a algunos de estos productos químicos en zonas como Baja California, donde se ha hecho un uso intensivo de los mismos en el pasado reciente [9].

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

TOMATILLO

Pruebas comparativas en el cultivo de tomatillo en la zona de Zamora, Michoacán, demostraron que el *Fungifree AB*® a dosis de 2.0 kg/ha reduce la severidad de la cenicilla polvorienta (Figura 14).

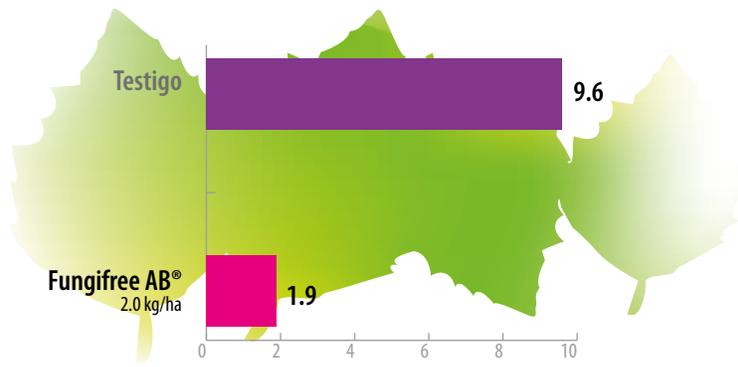


Figura 14. Nivel de severidad de cenicilla polvorienta (*Oidium*) en el cultivo de tomatillo a los seis días después de la tercera aplicación. Volumen de agua utilizado 600 lt/ha.

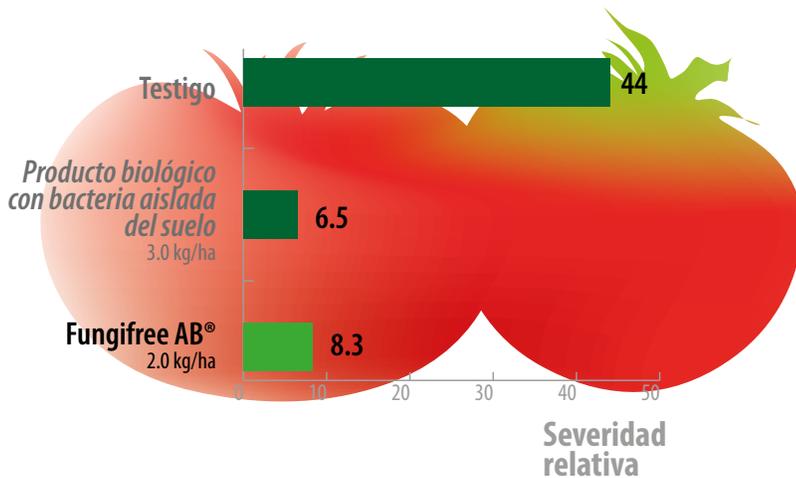


Figura 15. Severidad de *Leveillula taurica* en el cultivo de tomate o jitomate siete días después de la tercera aplicación, Tepoztlán, Morelos [10]. Volumen de agua utilizado 600 lt/ha.

JITOMATE

El cultivo de tomate o jitomate en campo abierto o en invernadero, es atacado por la cenicilla causada por *Leveillula taurica*. Este hongo es más difícil de controlar, por lo que se requiere de un manejo preventivo muy estricto con *Fungifree AB*® (a dosis de 1.5 a 2.0 kg/ha) o bien en alternancia con triazoles o estrobilurinas, para hacer un manejo más eficiente de la enfermedad y así evitar los daños referidos y la resistencia. En la figura 15 se ilustra que *Fungifree AB*® reduce significativamente la severidad de la cenicilla y tiene resultados similares a un tratamiento biológico pero usando una dosis 150% mayor [10].



¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

CUCURBITÁCEAS

En cultivos de cucurbitáceas como sandía, melón, calabacita, pepino y chayote, la cenicienta causa daño en el área foliar, impactando en el rendimiento y calidad de frutos. Lo anterior obliga a los agricultores a realizar un manejo constante y agresivo de la enfermedad. El uso de *Fungifree AB*® a dosis de 1.5 y 2.0 kg/ha, al igual que en las otras hortalizas, debe de hacerse de manera preventiva antes de que se establezca la enfermedad. Si por alguna razón la enfermedad se estableció y alcanzó niveles de severidad mayores al 5 %, se sugiere iniciar el manejo con fungicidas curativos y continuar con *Fungifree AB*® a las dosis mencionadas. De esta manera se contribuirá a mantener el control y a reducir la carga química. En la figura 16 se ilustra que la severidad es drásticamente reducida al usar *Fungifree AB*®, logrando resultados similares a cuando se aplica otro producto biológico pero a una dosis 250% mayor.

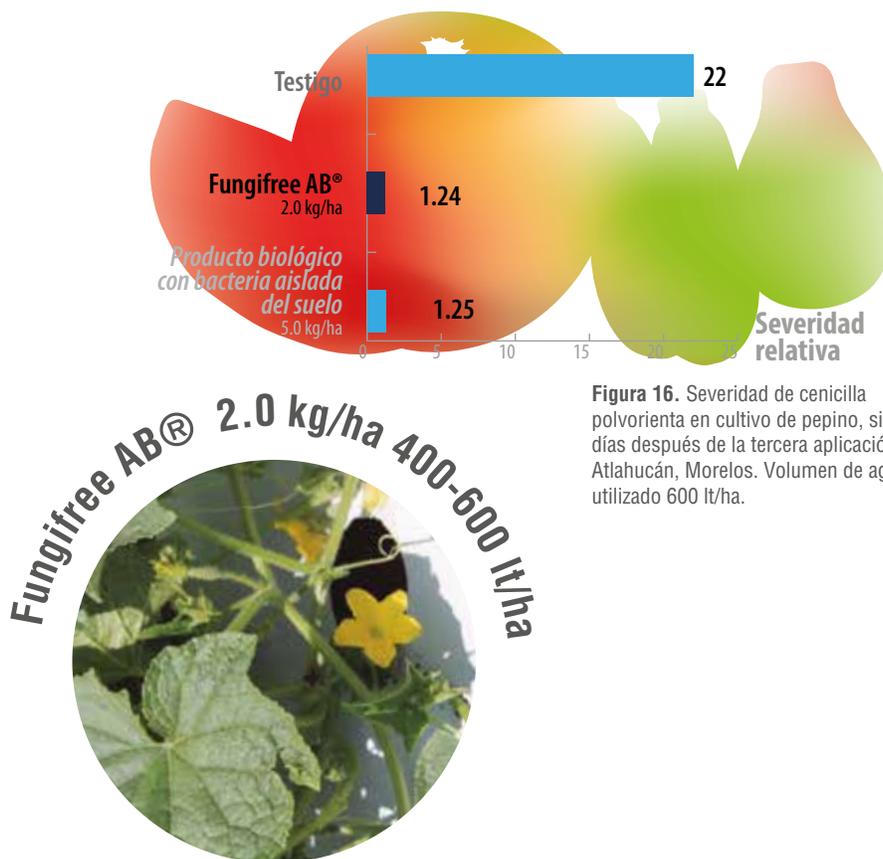


Figura 16. Severidad de cenicienta polvorienta en cultivo de pepino, siete días después de la tercera aplicación, Atlahucán, Morelos. Volumen de agua utilizado 600 lt/ha.

Cuadro de dosis y recomendaciones para hortalizas, frutas y frutillas. *Fungifree AB*® está registrado en los siguientes cultivos para combatir la cenicienta polvorienta, utilizando las dosis, número e intervalos de aplicaciones que se recomiendan en la etiqueta.

Cultivo	Enfermedad	Dosis	Observaciones
Berenjena Chile Chile Bell Jitomate Tomate de cáscara (0)	Cenicienta (<i>Leveillula taurica</i>)	2.0-2.5 Kg/ha	Realizar cuatro aplicaciones al follaje a intervalo de 7 días; volumen de aplicación 750-850 L de agua/ha
Calabaza Calabacita Chayote Melón Pepino Sandía (0)	Cenicienta (<i>Erysiphe cichoracearum</i>)	1.5-2.5 Kg/ha	Realizar cuatro aplicaciones al follaje a intervalo de 7 días; volumen de aplicación 350-450 L de agua/ha.
Fresa (0)	Cenicienta (<i>Sphaerotheca macularis</i>)	2.0-2.5 Kg/ha	Realizar tres aplicaciones al follaje, a intervalos de 7 días; volumen de aplicación 550-650 L de agua/ha.
Arándano Zarzamora Frambuesa (0)	Cenicienta (<i>Sphaerotheca humuli</i>)	2.0-2.5 Kg/ha	Realizar tres aplicaciones al follaje, a intervalo de 7 días; volumen de aplicación 350-450 L de agua/ha.

(0) Intervalo de seguridad en días entre la última aplicación y la cosecha.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

BERRIES

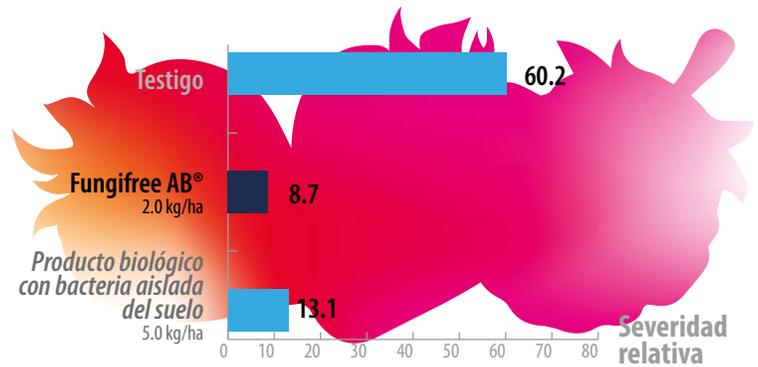


Figura 17. Severidad de cenicilla polvorienta en el cultivo de frambuesa, 7 días después de la tercera aplicación, Jocotepec, Jalisco [11]. Volumen de agua utilizado 450 lt/ha.

En algunas zonas como en Zamora, Michoacán se ha adoptado el uso de *Bacillus subtilis* como un biofungicida preventivo que ayuda a retrasar el inicio de las enfermedades y como consecuencia se usan menos tratamientos químicos, lo que ayuda a reducir la carga química. Al aplicar *Fungifree AB®* en cultivos de fresa (Figura 16) y frambuesa (Figura 17) [11], la severidad de la cenicilla se reduce a niveles similares a cuando se aplica otro producto biológico, sin embargo, es necesario aplicar una dosis de más del doble del otro producto biológico.

MOHO GRIS EN FRUTILLAS

Esta enfermedad es ocasionada por *Botrytis cinerea* Pers. Este hongo infecta más de 200 especies vegetales en todo el mundo y ocasiona grandes pérdidas económicas, antes y después de la cosecha. La enfermedad puede presentarse en cualquier etapa del cultivo y afectar cualquier parte de la planta, aunque es más destructivo en los tejidos maduros o senescentes. Es por esto que, posterior a la cosecha, puede observarse un daño muy serio en frutos que aparentaban ser sanos (Figura 18).



A



B

Figura 18. Daño causado por *Botrytis cinerea*. A) En frutos de fresa en campo, B) en frutos de fresa en anaquel.

¿EN QUÉ ENFERMEDADES Y CULTIVOS PUEDO UTILIZARLO?

FRESAS

El control de esta enfermedad es difícil debido a la diversidad de formas de infección del hongo, la amplia cantidad de plantas hospederas y de fuentes de inóculo [12]. *Fungifree AB*® es una alternativa que ha demostrado su efectividad en frutillas. El registro de SAGARPA autoriza la utilización de *Fungifree AB*® contra *Botrytis cinerea* en las frutillas.

Aplicando la dosis de 2.0 kg/ha a intervalos de 7-10 días, reduce considerablemente la incidencia de la enfermedad y se lograron mejores resultados que al aplicar un tratamiento químico (Boscalid + Piraclostrobin) e incluso resultados superiores a lo que presentó el uso de un producto biológico a dosis 250% mayores (Figura 19) [7].

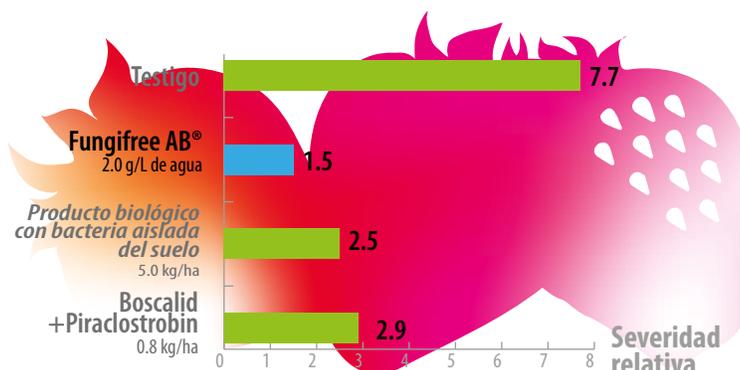


Figura 19. Severidad de *Botrytis* en frutos de fresa, Zamora, Michoacán. [7] Volumen de agua utilizado 450 lt/ha.

Cuadro de dosis y recomendaciones para fresa y berries.

Fungifree AB® está registrado en los siguientes cultivos para combatir *Botrytis*, utilizando las dosis, número de aplicaciones e intervalos que se recomiendan.

Cultivo	Enfermedad	Dosis	Observaciones
Arándano Frambuesa Fresa Zarzamora (0)	Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	2.0-2.5 Kg/ha	Realizar cuatro aplicaciones al follaje, a intervalo de 7 días; volumen de aplicación 350-450 L de agua/ha.

(0) Intervalo de seguridad en días entre la última aplicación y la cosecha.

PRODUCTO ORGÁNICO CERTIFICADO POR OMRI®

Fungifree AB® recibió a finales del 2014 la certificación como producto orgánico por parte del *Organic Materials Review Institute*® (OMRI). Gracias al registro orgánico de *Fungifree AB*®, productores de más de 20 cultivos agrícolas de importancia comercial en México se ven beneficiados al contar con un producto que, además de controlar diversas enfermedades fúngicas, les permitirá el acceso a mercados orgánicos y/o de exportación, incrementando la utilidad de su producción.





TECNOLOGÍA BIOLÓGICA RECONOCIDA CON LOS MÁS IMPORTANTES PREMIOS A LA INNOVACION

Fungifree AB® fue declarado como uno de los tres avances más importantes de la biotecnología en el año 2012 por el Programa de Innovación para Productividad y Competitividad (PIPC) del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). El organismo público, con sede en Costa Rica, reconoció las ventajas de este biofungicida para el control sustentable de la antracnosis en mango [13].

En 2014, la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT), reconoció el desarrollo de *Fungifree AB*® con el primer lugar del Premio ADIAT a la Innovación Tecnológica. Este es el reconocimiento nacional más importante otorgado en el campo de la innovación. También en 2014, *Fungifree AB*® obtuvo la distinción a la innovación más importante de Latinoamérica, el Premio Innovadores de América 2014 en la categoría de empresa, el cual otorga *Innovamérica*, que es una asociación creada con el objetivo de dar a conocer y reconocer iniciativas y proyectos latinoamericanos innovadores en las áreas social, empresarial, cultural y científica [14].

IA de **INNOVADORES**
DE AMÉRICA



APLICACIONES EN DESARROLLO

FMC y Agro&Biotecnia están evaluando de forma rigurosa el uso de *Fungifree AB*® bajo nuevos patrones de aplicación, aprovechando al máximo el efecto antagonista contra enfermedades de la raíz y cuello de las plantas.

En estudio realizado en el cultivo de chile Jalapeño en invernadero, aplicando *Fungifree AB*® a dosis de 0.75 y 1.0 kg/ha, la incidencia de *damping off* fue solo 3.5 y 2.0 %, respectivamente, cuando en el testigo sin aplicación fue de 21.5 %. Cuando la dosis de 0.5 kg/ha de *Fungifree AB*® se mezcló con el fungicida (Mefenoxam + Azoxistrobin) a la dosis de 0.25 L/ha, la incidencia de *damping off* fue de solo 1.4 %. Estos resultados avalan la utilización de *Fungifree AB*® solo o en mezcla, en aplicaciones inmediatamente después del trasplante y repitiendo a los 7-10 días en aplicación en *drench* o en riego por goteo para ayudar a la prevención de enfermedades del suelo [15].

Otra característica sobresaliente de *Fungifree AB*® que está siendo evaluada en campo es la estimulación de crecimiento del sistema radical (Figuras 21 y 22). *Bacillus sp.* cepa 83 produce algunos metabolitos (por ejemplo, la acetoina) que promueven la formación de nuevas raíces y una mayor densidad de pelos absorbentes. Esto ayuda al establecimiento y arranque del cultivo, maximizando el aprovechamiento del agua y los nutrientes aplicados al suelo.



Figura 21. Efecto de *Fungifree AB*® (1.0 kg/ha) en la estimulación del sistema radical y densidad de pelos absorbentes en calabacita Huracán a los 30 días después de la aplicación en *drench*. [15]



Figura 22. Efecto de *Fungifree AB*® (1.0 kg/ha) en la estimulación del sistema radical y densidad de pelos absorbentes en jitomate Pony Express a los 30 días después de la aplicación en *drench*. [15]

RESPALDO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Fungifree AB® es el resultado de una amplia y extensiva investigación científica y tecnológica, llevada a cabo en el Instituto de Biotecnología de la UNAM y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Culiacán y puesto en el mercado por *Agro&Biotecnia S de RL de CV*, empresa enfocada al desarrollo científico y tecnológico de productos de alto valor agregado que sean útiles en el control biológico de fitopatógenos y promuevan el incremento de la productividad de los cultivos agrícolas. *Agro&Biotecnia* es una empresa de base tecnológica, *spin-off* del Instituto de Biotecnología de la UNAM, reconocida por el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECyT) y socia estratégica de *FMC Agroquímica de México S de RL de CV*.

FMC Agricultural Products, con subsidiaria en la Cd. de Guadalajara, cuenta con más de 40 años en el mercado de agroquímicos en México. Desarrolla y comercializa nuevas tecnologías que ayuden al campo mexicano a resolver la problemática de plagas y enfermedades de los cultivos. Recientemente incorporó a su portafolio de productos la línea de productos biológicos y bioestimulantes vegetales, dentro de los cuales se encuentra *Fungifree AB*®, cuyo desarrollo en los principales cultivos ha sido muy dinámico y con amplio respaldo y presencia técnica para la aplicación en el campo.

Agradecimientos:

Al Dr. Cristian Nava Díaz del Colegio de Postgraduados por la preparación de las muestras de la bacteria *Bacillus sp.* cepa 83 contenida en *Fungifree AB*® y a la MC. Ariana Robles, del área de microscopía electrónica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria SENASICA – SAGARPA, por su apoyo en la obtención de las imágenes al microscopio electrónico.

Referencias:

1. Gerhardson, B. Biological substitutes for pesticides. *Trends in Biotechnology*, 20(8), 338-343 (2002).
2. Serrano-Carreón, L. & Galindo-Fentanes, E.G. Control biológico de organismos fitopatógenos: un reto multidisciplinario. *Revista Ciencia*, 58(1), 77-88 (2007).
3. Serrano-Carreón, L., Balderas-Ruíz, K.A., Wong-Urrea, M.A., Rosas-Velázquez, D.R., Galindo-Fentanes, E. Biofungicidas para el control de la antracnosis del mango: logrando frutos de alta calidad internacional para mercados exigentes. *Claridades Agropecuarias*, 208, 28-37 (2010).
4. Tlapal, Bertha. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® para el control de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de limón persa en la zona de Cuitláhuac, Veracruz (2012).
5. Tlapal, Bertha. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® para el control de Antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en el cultivo de papaya en la zona de Cotaxtla, Veracruz (2012).
6. Tlapal, Bertha. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® para el control de Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) en el cultivo de aguacate en Tancítaro Michoacán (2012).
7. Tlapal, Bertha. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® para el control de antracnosis (*Colletotrichum humili*) y botrytis (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa en la zona de Zamora Michoacán (2012).
8. Yañez-Juárez, M.G., León-De-la-Rocha, J.F., Godoy-Angulo, T.P., Gastélum-Luque, R., López-Meza, M., Cruz-Ortega, J.E., y Cervantes-Díaz, L. Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium sp.*) en pepino (*Cucumis sativus L.*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(2): 259-270 (2012).
9. McGrath, M.T. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: experiences and challenges. *Plant Disease*, 85 (3), 236-245 (2001).
10. Guillén, Dagoberto. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® para el control de *Leveillula taurica* en el cultivo de jitomate en la zona de Tepoztlán, Morelos (2012).
11. Pozos, Pedro. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® para el control de cenicilla polvorienta en el cultivo de frambuesa en la zona de Jocotepec, Jalisco (2012).
12. Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., Van Kan, J.A.L. 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of gray mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8 (5): 561-580.
13. "Reconocimiento internacional a biofungicida de la UNAM", López, P. *Gaceta UNAM*, México, lunes 10 de marzo, 2014. p. 8-9. <http://www.dgcs.unam.mx/gacetaweb/historico.html>
14. "Incrementa *Fungifree AB*® hasta tres veces más las calidad de productos agrícolas de exportación", Revista FORUM, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, Junio de 2015. p. 25-30. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/forum/2015_junio/#p=24
15. Nava, Cristian. Estudio de evaluación de la efectividad biológica del fungicida *Fungifree AB*® solo y en mezcla para el control de *damping off*, en el cultivo de chile en condiciones de invernadero en Zamora Michoacán (2015).



Los 7 Hábitos

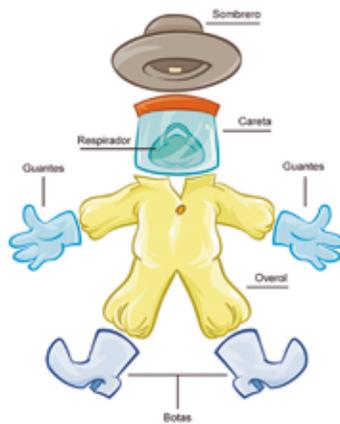
Para **actuar con responsabilidad** durante el **manejo de agroquímicos**



Hábito 1 ADQUISICIÓN DEL PRODUCTO

Adquiere productos registrados y autorizados en el cultivo y plaga de tu interés en un establecimiento certificado.

“SIEMPRE LEE LA ETIQUETA”



Hábito 2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Siempre utiliza EPP. Lávalo después de usarlo y guárdalo.



Hábito 3 TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN

Siempre calibra tu equipo de aplicación.

Utiliza boquillas que te permitan obtener un cubrimiento uniforme.

Aplica por la mañana o por la tarde, a fin de evitar horas de calor intenso.

Lava tu equipo de aplicación después de usarlo y dale un mantenimiento periódico.



Hábito 4 DISPOSICIÓN CORRECTA DE ENVASES VACÍOS

Realiza el triple lavado de los envases vacíos.
 Agrega $\frac{1}{4}$ de agua al envase y agita por 30 segundos.
 Repetir 3 veces (ver imagen)
 Vacía el contenido del envase en el tanque de la mezcla.
 Perfora el envase y colócalo en una bolsa transparente.
 En otra bolsa coloca las tapas.
 Lleva tus envases a un centro de acopio



Hábito 5 ALMACENAMIENTO SEGURO DE AGROQUÍMICOS.

Guarda los productos fuera de casa, en un lugar seguro, lejos del alcance de los niños, animales domésticos, forrajes y semillas.
 Siempre consévalos en su envase original, tapado y con su etiqueta.



Hábito 6 TRANSPORTE SEGURO DE AGROQUÍMICOS.

Transporta los agroquímicos en la parte posterior de tu camioneta.
 Colócalos en una caja de plástico con tapadera y sujétalos.
 Nunca transportes los agroquímicos junto a personas, animales domésticos, productos alimenticios, ropa, forrajes y/o semillas.
 Lleva el material necesario para atender un derrame en caso de presentarse.



Hábito 7 HIGIENE.

Báñate después de manejar y/o aplicar algún agroquímico.
 Usa ropa limpia . Lava la ropa usando guantes y de manera separada a la ropa común.
 Guarda la ropa de trabajo por separado.



FUNGIFREE^{AB}

**PROTEGE
TUS CULTIVOS
SIN RIESGO PARA
TU SALUD**