

Fungifree AB®: el primer biofungicida desarrollado en México, con certificación



Fungifree AB® puede ser usado para el control de antracnosis, cenicilla y moho gris, en casi una veintena de cultivos; y recientemente obtuvo la certificación OMRI® para su uso en agricultura orgánica.

Enrique Galindo y Leobardo Serrano-Carreón
Agro&Biotecnía S. de R.L. MI.
Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Carlos Roberto Gutiérrez
Agro&Biotecnía S. de R.L. MI.

Presentación

Este es el último artículo de la serie dedicada a los ganadores del Premio Innovadores de América 2014 (ver artículos previos en este periódico correspondientes al 9 de febrero <http://bit.ly/1GvhdHc>, 23 de febrero <http://bit.ly/1GvgPIJ>, 16 de marzo <http://bit.ly/1Gvh2eP> y 6 de abril <http://bit.ly/1JgPXv9> y 20 de abril <http://bit.ly/1H657Rw>). La empresa morelense Agro&Biotecnía, que logró poner en el mercado mexicano el biofungicida Fungifree AB®, se hizo acreedora de este Premio en la categoría de Empresa e Industria.

Introducción

Uno de los principales problemas que los agricultores enfrentan es el de producir más y mejores cultivos y al mismo tiempo reducir la aplicación de pesticidas químicos. Una alternativa que cobra cada vez mayor importancia es la que presentan los métodos biológicos basados en organismos que naturalmente controlan o eliminan plagas y enfermedades. Estos se denominan Agentes de Control Biológico [1].

Agro&Biotecnía S de RL MI (A&B) es una empresa surgida del Instituto de Biotecnología de la UNAM. Fue creada en 2008 por Enrique Galindo, Leobardo Serrano (IBt-UNAM) y Carlos Roberto Gutiérrez, cuya misión y visión la

describen como una empresa de base tecnológica, con el objetivo de proveer productos y servicios biotecnológicos innovadores y de alta calidad para apoyar al sector agrícola del país. Fungifree AB®, el primer biofungicida desarrollado en México, inicialmente introducido al mercado para el control de antracnosis en mango, actualmente está registrado en cerca de 20 cultivos, para el control de antracnosis en cultivos diferentes al mango, así como para el control de cenicilla polvorienta y del "moho gris".

Nuestro país es uno de los principales productores de mango a nivel mundial, pero sólo destina el 19 % (dato del 2013) de su producción nacional para la exportación, sobre todo debido a limitaciones en la calidad de los frutos. Esto se debe, en buena medida, a una alta incidencia de antracnosis, que es la enfermedad más común de este fruto y que se caracteriza por la aparición de manchas negras en la superficie de los mangos, provocadas por el crecimiento de un hongo fitopatógeno (*Colletotrichum gloeosporioides*). Debido a esta enfermedad, las compañías exportadoras de mango se enfrentan tanto a pérdidas económicas severas, como a daños considerables a las relaciones comerciales, las cuales incluso se pierden debido a la mala imagen de los productos de exportación hacia los clientes internacionales. Por otra parte, a partir de 2005, un gran número de los países a los que se exportaba la fruta restringieron el uso de fungicidas químicos al establecer "límites máximos de residualidad" para asegurar la inocuidad

de los productos.

Fungifree AB® dio origen a nuestra empresa, siendo el resultado de más de una década de trabajo, que se inició con el desarrollo de la investigación básica y culminó con la comercialización del producto. Este proyecto incluyó la colaboración de dos centros de investigación (IBt-UNAM y CIAD-Culiacán) y el trabajo de más de 20 estudiantes de nivel superior y posgrado.

El proyecto de investigación, desarrollo e innovación resultó en la obtención del producto Fungifree AB®, basado en un agente de control biológico que coloniza, sobrevive y se multiplica en el ambiente que es usualmente habitado por el patógeno, y que se lanzó al mercado en noviembre de 2012 en el marco de la Expo-Agroalimentaria Guanajuato, uno de los eventos más importantes de la agroindustria en México. En la referencia [2] se hace una detallada descripción del desarrollo de la innovación.

Efectividad del biofungicida

Nuestro producto fue inicialmente usado para el control de antracnosis en huertos de mango de la región de "El Rosario" (Sinaloa) con el apoyo de la empresa exportadora de mango El Rodeo Fruit. Usando Fungifree AB® es posible, en el mejor de los casos, triplicar la producción de mangos con calidad de exportación de una cosecha con respecto a lo que se logra con los tratamientos convencionales. El uso de este producto ha permitido a los productores cosechar frutos de alta calidad e inocuos y por lo tanto aumentar significativamente sus

posibilidades de exportación hacia mercados en donde se logran precios muy superiores a los del mercado nacional.

Fungifree AB® es el único producto de aplicación foliar efectivo para el control de antracnosis, y de manera general de enfermedades fúngicas. No deja residuos tóxicos sobre la superficie del fruto; no tiene efectos negativos en la salud ni el medio ambiente; tiene una efectividad biológica comparable a la de los productos químicos tradicionales que busca reemplazar; y una vida de anaquel de más de dos años, sin necesidad de conservarse en refrigeración. Fungifree AB® tiene un impacto ambiental positivo y evidente al disminuir el uso de agroquímicos que pueden representar un riesgo a la salud y al medio ambiente.

La Innovación

Fungifree AB® tiene su origen en un proyecto desarrollado por el IBt-UNAM y el CIAD Culiacán, que tuvo como finalidad identificar un grupo selecto de cepas de bacterias y levaduras antagonistas del hongo causante de la antracnosis, elegir la concentración óptima de microorganismos a aplicar y los intervalos de aplicación. Asimismo, se realizaron experimentos a escala semicomercial y comercial evaluando su eficacia a lo largo de varios ciclos agrícolas. Una parte importante de la tecnología fue el desarrollo de una formulación sólida (polvo humectable). Con esta formulación se obtuvieron muy buenos resultados y se decidió solicitar una patente mediante el sistema PCT en el año 2006. Se realizó un estudio del estado del arte para asegurar la patentabilidad de la invención y determinar la mejor estrategia para hacerlo. La patente se otorgó en México en 2011. La transferencia de la tecnología de la UNAM a la empresa A&B sucedió en el año 2012. Para la introducción segura al mercado, A&B realizó el registro del producto ante las autoridades reguladoras competentes. En el caso de Fungifree AB®, esto implicó el registro relativo a la efectividad del producto, ante SAGARPA; y el relativo a la evaluación del riesgo sanitario que implica, ante COFEPRIS. Las pruebas de eficacia biológica se realizaron en cultivos de mango en el sur de Sinaloa durante el 2009. SAGARPA emitió el dictamen de opinión positiva en junio del 2010. Por otra parte, se entregaron en COFEPRIS las pruebas de la calidad y seguridad del producto, realizadas por laboratorios certificados, obteniéndose el menor nivel de riesgo sanitario. El registro sanitario del producto se obtuvo en abril del 2011, tras



Desarrollo de antracnosis en papaya a los 7 días de cosechada si se aplica Fungifree AB® (izquierda), un tratamiento químico (centro) o si se deja sin tratar el cultivo (derecha). Pruebas realizadas por el Ing. Dario Isauro (FMC Agroquímica de México) en Cotaxtla, Veracruz.

tres años de pruebas y trámites regulatorios.

Fungifree AB® fue introducido al mercado en noviembre de 2012 para el control de antracnosis en mango y a partir de entonces ha expandido sustancialmente su aplicación a cerca de 20 cultivos. Tiene actualmente (marzo de 2015) registros de efectividad para el control de la misma enfermedad en papaya, aguacate y cítricos (limón, lima, naranja, mandarina), así como para el control de cenicilla polvorienta en berenjena, chile, jitomate, tomate, calabaza, calabacita, melón, pepino, sandía, fresa, arándano, frambuesa, zarzamora y chayote. Además, está autorizado su uso para el control del moho gris en el grupo de las moras ("berries").

Impacto de la Innovación

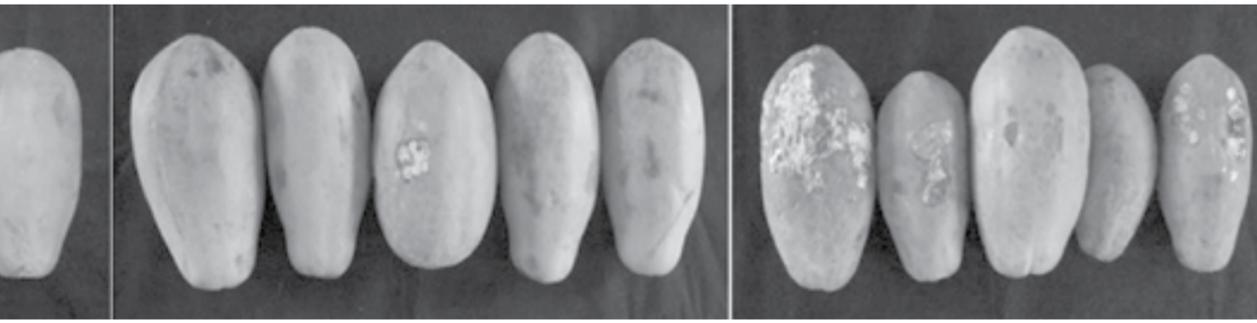
En México existe una gran oportunidad de mercado debida a las nuevas tendencias de consumo y a las presiones regulatorias para sustituir las formulaciones químicas sintéticas por prácticas más sustentables. Mientras las ventas de pesticidas químicos decrecieron un 1.3 % anual entre 2003 y 2010, la tasa compuesta de crecimiento anual para el mercado de biopesticidas fue de un 15.6 % en ese mismo periodo [2].

Derivado de la implementación de Fungifree AB®, incluso desde su uso temprano en pruebas de precomercialización, ha existido un creciente interés en el producto de parte de los productores de mango, que han expresado su convencimiento respecto a la efectividad, desempeño técnico superior, y uso amigable que ofrece.

Sin embargo, el mercado de Fungifree AB® no se restringe al mango, sino que ha demostrado su efectividad en cerca de 20 cultivos, por ejemplo, en aguacate. México es el principal productor de aguacate a nivel mundial. En 2013, la exportación del aguacate mexicano alcanzó casi las 650,000 toneladas (Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y



n orgánica y efectivo para el control de enfermedades fungales en 20 cultivos



Registro como producto orgánico

En noviembre de 2014, *Fungifree AB*® obtuvo la certificación como producto orgánico por parte del Instituto para la Revisión de Materiales Orgánicos (OMRI, por sus siglas en inglés). Esta organización sin fines de lucro, ofrece una evaluación independiente para garantizar la integridad de la cadena de producción y procesamiento de productos certificados orgánicos.

Para obtener la certificación por parte de OMRI, *Agro&Biotecnia*, propietaria de la marca y registros de *Fungifree AB*®, tuvo en primer lugar que verificar que todos los insumos y materias primas involucrados en el proceso de producción estuvieran dentro de los listados de componentes permitidos por OMRI. Una vez completado este paso, fue necesario documentar la integridad de la cadena orgánica por medio de diagramas de proceso y certificados de calidad de las materias primas.

Con todas las evidencias presentadas, el OMRI determinó que *Fungifree AB*® puede ser usado para la producción y procesamiento de bienes con certificado orgánico, por lo que a partir de ahora puede ser comercializado con la leyenda "OMRI LISTED FOR ORGANIC USE" ("Listado OMRI para su uso orgánico"), así como incorporar el logo del OMRI a la etiqueta del producto. La etiqueta del producto también da cuenta de que se trata de un producto 100 % desarrollado en México, ya que incluye la leyenda "Producto formulado con Tecnología del Instituto de Biotecnología de la UNAM y del CIAD-Culiaacán".

Esta certificación permitirá a *Agro&Biotecnia* incrementar sus posibilidades de mercado en el sector de productos orgánicos, uno de los de mayor crecimiento en México y en el mundo.

Distinciones a la Innovación

El desarrollo de *Fungifree AB*® ha recibido importantes reconocimientos. El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, lo designó como uno de los tres principales logros biotecnológicos de América Latina en 2012. En el 2014, *Agro&Biotecnia* fue distinguida con el Primer Lugar del Premio ADIAT a la Innovación Tecnológica en la categoría de PyME, la distinción más prestigiada en México en el área de innovación tecnológica y ese mismo año, la empresa y su biotecnología *Fungifree AB*® fue distinguida con el Premio Innovadores de América en la categoría de Empresa e Industria. Este premio es el más importante en América Latina. Esto sin duda nos llena de satisfacción y orgullo y nos motiva a seguir innovando. Nuestra empresa ya está trabajando para introducir el *Fungifree AB*® en otros países y en el desarrollo de nuevos productos, que espera introducir al mercado en los próximos años.

Referencias

- [1] "Control biológico de organismos fitopatógenos: un reto multidisciplinario", L. Serrano y E. Galindo, *Ciencia* 58(1): 77-88 (2007).
- [2] "The challenges of introducing a new biofungicide to the market: a case study" (2013). Galindo, E., Serrano-Carreón, L., Gutiérrez, C. R., Allende, R., Balderas, K., Patiño, M., Trejo, M., Wong, M. A., Rayo, E., Isauro, D., Jurado, C. *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 16, no. 6 (May). <http://dx.doi.org/10.2225/vol16-issue3-fulltext-6>
- [3] "Una nueva herramienta para la caracterización precisa y cuantitativa de la antracnosis del mango, de utilidad para fitopatólogos, productores y exportadores", Corkidi, G., Rojas, A., Balderas, K., Sangabriel, J.C., Serrano, L., Galindo, E., *Claridades Agropecuarias* 198: 39-47, Febrero (2010).

Pesquera – SAGARPA). Desafortunadamente, la incidencia de antracnosis ha aumentado significativamente, y los importadores están implementando medidas para propiciar productos de alta calidad e inocuos.

Por su parte, la papaya también es susceptible a la antracnosis. Se trata de uno de los cultivos de mayor uso de agroquímicos. La tendencia global, como en los otros cultivos, es reducir el uso de estos compuestos. Las pruebas de *Fungifree AB*® realizadas en Veracruz y Yucatán para esta aplicación, arrojaron resultados de eficacia similares o superiores a los obtenidos por el uso de los tratamientos químicos comunes, por lo que puede sustituirlos, con la ventaja de que no deja residuos tóxicos.

Este fungicida biológico, es el primero en su clase en llegar al mercado, como resultado de un proyecto de casi 12 años [2]. Lo anterior incluye el desarrollo científico/ tecnológico, y otros aspectos que fueron cruciales para el éxito del proyecto: a) la creación de una empresa *spin-off* de orientación tecnológica que escaló la producción del fungicida biológico, b) el registro del producto ante las autoridades agrícolas y de salud de México, y c) el establecimiento de una colaboración estratégica con una importante empresa comercial que distribuye ampliamente el producto en México (FMC Agroquímica de México).

En el desarrollo del proyecto se requirió la colaboración de diferentes actores de múltiples áreas, lo que enriqueció ampliamente el proyecto y permitió aumentar la visión del proyecto inicial, que tenía como fin principal la identificación de los microorganismos antagonistas. Además de la puesta en el mercado del biofungicida, este proyecto permitió que se entrenara a personal altamente calificado en el área de control biológico y que se llevaran a cabo desarrollos paralelos, como por ejemplo, la puesta a punto de técnicas y equipo para la cuantificación precisa de antracnosis en los frutos, usando metodologías de análisis de imágenes [3].

Factores críticos de éxito

Para lograr la puesta en el mercado de *Fungifree AB*®, los inves-

tigadores involucrados en el proyecto tuvimos que romper con el paradigma del sector académico: únicamente publicar los resultados en revistas científicas. De haber seguido ortodoxamente estas pautas, es probable que no hubiera sido posible proteger la formulación obtenida.

Otro de los puntos decisivos que enfrentamos en este proceso, fue la decisión de crear una empresa para lograr la producción comercial y poner el producto en el mercado. Si bien la tecnología se estuvo ofertando por cerca de tres años y existieron negociaciones con empresas ya establecidas para la transferencia de la tecnología, éstas nunca lograron concretarse.

En este proyecto estuvieron involucrados considerables recursos científicos, tecnológicos y sobre todo humanos, integrados gracias a la colaboración de numerosos actores. A continuación ejemplificamos cómo es que cada actor (además de *Agro&Biotecnia*) contribuyó a que éste producto pudiera ser puesto en el mercado. Mayores detalles se reportan en la referencia [2].

IBt-UNAM y CIAD. Estas instituciones de investigación dieron origen al proyecto al identificar un grupo selecto de cepas de bacterias y levaduras, elegir la concentración óptima de microorganismos a aplicar y los intervalos de aplicación. Asimismo, se realizaron experimentos a escala semicomercial y comercial evaluando su eficacia a lo largo de varios ciclos agrícolas.

El Rodeo Fruit. Es una compañía con cerca de 30 años de experiencia en la comercialización de frutas de exportación, particularmente de mangos. Durante cuatro años (2006-2010) motivaron y apoyaron que los productores (proveedores) emplearan el prototipo del biofungicida. Colaboraron en el desarrollo de las pruebas de campo con los primeros prototipos de la formulación sólida, experimentos de escala semicomercial y comercial en campo y la confirmación de la eficacia del producto. La política de incentivo económico que *El Rodeo Fruit* ofreció a los agricultores que usaran *Fungifree AB*® (incrementando el precio de los frutos provenientes de huertos tratados con el biofungicida) y documentaran

la experiencia, produjo los datos e incentivó el involucramiento entusiasta de los productores, lo que permitió darle una visión comercial al proyecto.

CEMIIT (Centro Morelense de Innovación y Transferencia de Tecnología) en cuya incubadora de empresas de alta tecnología se incubó *Agro&Biotecnia* y el importante apoyo del Fondo Mixto CONACYT- Gobierno del Estado de Morelos.

FMC Agroquímica de México. Socia estratégica para la comercialización del producto, es una compañía cuyo nicho de negocio se encuentra en las soluciones para la productividad agrícola. Como parte de su plan estratégico decidió entrar al mercado de productos orgánicos con la línea *GROW ORGANIC*, en donde integra el producto *Fungifree AB*®.

Propiedad intelectual. La protección de la propiedad intelectual de este proyecto así como la gestión de su transferencia tecnológica fue llevada a cabo por la Oficina de Transferencia Tecnológica del IBt-UNAM. La patente se otorgó en México en 2011 y se encuentra en trámite en Brasil.

Transferencia de tecnología. La transferencia de la tecnología a la empresa *A&B* sucedió en el año 2012, tras 3 años de negociación que implicaron la solución de múltiples situaciones imprevistas en la legislación universitaria al tratarse de un caso sin precedentes: una transferencia a un *spin-off* en la que participan académicos de la misma universidad.



Enrique Galindo, Leobardo Serrano y Roberto Gutiérrez, fundadores de *Agro&Biotecnia*, empresa de base tecnológica que logró comercializar el biofungicida *Fungifree AB*®.