

Laboratorio de Biocontrol: Investigación vinculada con la producción agrícola

Biocontrol Laboratory: Research linked to agricultural production

William Rivera-Méndez¹, Jaime Brenes-Madriz², Claudia Zúñiga-Vega³

Rivera-Méndez, W; Brenes-Madriz, J; Zúñiga-Vega, C.
Laboratorio de Biocontrol: Investigación vinculada con la
producción agrícola. *Tecnología en Marcha*. Especial 2019.
25 Aniversario del Centro de Investigación en Biotecnología.
Pág 121-125.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v32i9.4640>



- 1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Investigación en Biotecnología. Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: wirivera@tec.ac.cr.
 <https://orcid.org/0000-0002-2065-6264>
- 2 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Investigación en Biotecnología. Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: jabrenes@tec.ac.cr.
 <https://orcid.org/0000-0003-2325-8808>
- 3 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro de Investigación en Biotecnología. Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: czuniga@tec.ac.cr.
 <https://orcid.org/0000-0001-7267-6788>

Palabras clave

Biocontrol; bio-insumos; comunidades del suelo; mezclas de microorganismos; *Trichoderma*.

Resumen

El Laboratorio de Control Biológico del Centro de Investigación en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica ha trabajado durante la última década en el uso de microorganismos nativos y el desarrollo de bio-insumos a partir de estos, para la regulación de poblaciones de insectos y microorganismos patógenos de plantas.

El control biológico se enfoca hacia la forma en que las comunidades de organismos alrededor de las plantas afectan las interrelaciones que ocurren. La investigación está centrada en la prospección de nuevas especies, el análisis de la composición de las comunidades de microorganismos en la rizósfera y la filósfera, la comunicación microorganismo-planta, la activación de la resistencia sistémica en las plantas por inducción con organismos benéficos y el desarrollo de formulaciones novedosas.

La transferencia de resultados a los agricultores es un factor fundamental que permite el intercambio de conocimientos generados para que sean incorporados por muchos agricultores. La capacitación de técnicos y extensionistas es también importante, ya que son ellos los que día a día están en contacto con los agricultores y les pueden recomendar otras técnicas de control de plagas y enfermedades. La vinculación con empresas es otro punto que ha permitido el desarrollo de investigaciones contratadas y una serie de servicios de diagnóstico y soporte al sector privado. La diversidad de las actividades realizadas ha permitido al laboratorio consolidarse como un aliado del sector agrícola y de la industria local de producción de bio-insumos.

Keywords

Biocontrol; bioinputs; soil communities; microorganisms mix; *Trichoderma*.

Abstract

The Biological Control Laboratory of the Biotechnology Research Center has worked intensively -in the last decade- in the use of native microorganisms and the development of bio-inputs for population control of insects and plant pathogens. The concept of biological control has evolved and currently focuses in the way in which communities of organisms around plants affect the interrelationships that occur, and how this is reflected, at a biochemical and molecular level, in survival mechanisms exhibited by each species.

The research of the Laboratory focuses on the prospecting of new species, analysis of microorganism communities composition in rhizosphere and phylosphere, the microorganism-plant communication, activation of systemic resistance in plants by induction with organisms beneficial and development of novel formulations.

Transferring of results to farmers is a key factor that allows generated knowledge to be incorporated by many farmers, especially for production of garlic and onion. Training of technicians and extensionists is also important. The link with companies is another point that has allowed development of contracted research and a series of diagnostic services and support for private sector. The diversity of activities carried out has allowed the laboratory to consolidate itself as an ally of the agricultural sector and local industry for production of bio-inputs.

¿Qué es Biocontrol o control biológico de plagas y enfermedades agrícolas?

El control biológico es una parte importante de una estrategia de manejo integrado en los cultivos. Existen varias definiciones, pero se puede explicar como la reducción de las poblaciones de plagas y enfermedades por enemigos naturales y que actualmente involucra la intervención del ser humano [1]. En los inicios de la aplicación del control biológico o etapa clásica, la estrategia consistía básicamente en la introducción de enemigos naturales. Posteriormente, en lo que se denominó la etapa de conservación, además de incorporar los enemigos naturales se modificaba el ambiente para beneficiar al biocontrolador. Actualmente se habla de una estrategia de aumentación, donde lo que se busca es agregar biocontroladores para aumentar su población.

Mecanismos de biocontrol

Existen diferentes formas de actuar de estos organismos, pero todas destinadas a limitar el desarrollo del patógeno. Los principales mecanismos antagonistas son:

- La competencia por el oxígeno, los nutrientes y el espacio que ocupan en el suelo.
- El parasitismo, que se basa en la capacidad que tienen para producir secreciones enzimáticas tóxicas extracelulares, que provocan la desintegración y la muerte de los fitopatógenos que habitan en el suelo.
- La capacidad de funcionar como un antibiótico, cuando libera sustancias que matan al patógeno.
- La inducción de resistencia a enfermedades en los cultivos, basados en la activación de las respuestas de defensa de las plantas.
- La promoción del crecimiento vegetal.
- La presión mecánica que ejercen por su crecimiento rápido, que les permite colonizar primero los espacios donde se desarrollarían los patógenos y competir eficientemente eliminando a otros hongos.

En teoría, todos los patógenos e insectos pueden combatirse con biocontroladores, esto si se trata de un ecosistema en equilibrio, donde cada ser vivo posee enemigos naturales, que son los encargados de mantener sus poblaciones bajo control.

En el comercio se pueden encontrar diferentes tipos de biocontroladores:

- Bio bactericidas, que afectan bacterias.
- Bio fungicidas, que afectan hongos.
- Bio nematocidas, que afectan nematodos.
- Bio insecticidas, que afectan insectos.
- Otros biocontroladores como bacteriófagos, micovirus y baculovirus controlan bacterias, hongos o insectos respectivamente.

Investigación en el uso de microorganismos

El trabajo está enfocado en diferentes frentes de investigación, sobre todo en la prospección de nuevos microorganismos, la descripción de sus mecanismos de control biológico, el análisis de la composición y funcionamiento de las comunidades rizosféricas de diversos agro-ecosistemas, la aplicación de mezclas de microorganismos para remodelar la rizósfera



y cambiar el funcionamiento del suelo y el control de plagas y enfermedades con biomasa y metabolitos microbianos.

La prospección es sumamente valiosa para encontrar nuevos organismos que tengan capacidades útiles para establecer prácticas sostenibles en la producción agropecuaria. Una de las mayores riquezas que tiene Costa Rica como país tropical es la enorme biodiversidad. En este laboratorio se trata de aprovechar las capacidades metabólicas de los hongos y las bacterias que se encuentran asociados a cultivos, sobre todo en el área de la rizósfera y la filósfera.

Como cultivos modelo se ha trabajado ya cerca de 10 años con ajo y cebolla, y más recientemente con chile dulce y tomate. Se utilizan diversos microorganismos dentro de los que se destacan varias especies de los géneros *Trichoderma*, *Bacillus*, *Penicillium*, *Metarhizium*, *Purpureocillium*, *Pochonia*, *Beauveria*, etc. De estos se aprovechan no sólo la biomasa (micelio, conidios, células libres), sino también metabolitos secundarios y proteínas [2,3].

De cada uno de esos microorganismos se describe sus mecanismos para el combate biológico, lo que implica el uso de análisis microbiológicos, genéticos, bioquímicos y metagenómicos. Los resultados de estos análisis son la base de las recomendaciones para el uso de un determinado microorganismo y en qué momento del cultivo utilizarlo.

Las pruebas realizadas *in vitro*, generalmente dan paso a la experimentación en invernadero y finalmente en parcelas de campo propiedad de agricultores que se involucran en los proyectos. De esta forma se determina la mejor forma de utilizar un microorganismo en un cultivo. Esto incluye determinar la vía óptima de aplicación, la edad fenológica o productiva del cultivo en que se deben hacer las aplicaciones, la composición adecuada de una mezcla de microorganismos, la compatibilidad con otros insumos agrícolas, la formulación adecuada de las mezclas y la manera de medir los efectos de un bio-insumo.

Las investigaciones recientes se enfocan en el uso de microorganismos para promover la resistencia sistémica de la planta, el aumento en el rendimiento de los cultivos por medio de la incorporación de microorganismos en las raíces de almácigos y en las semillas, y en la re-ingeniería de las comunidades de microorganismos del suelo a fin de establecer ambientes con menor presencia de patógenos y mayor capacidad productiva.

Extensión para agricultores y asociación con empresas

Dentro de los proyectos de investigación que se han desarrollado en el Laboratorio de Biocontrol, se ha contado con el apoyo de agricultores de la zona norte de Cartago (Llano Grande, Tierra Blanca, Cot y Pacayas), los cuales han facilitado sus cultivos de cebolla o ajo para los distintos ensayos de evaluación de los microorganismos [4]. A los agricultores se les capacita en el manejo y uso de los distintos microorganismos, ventajas de su utilización, cómo aplicarlos, con qué productos se pueden combinar y cómo almacenarlos. Además, en los proyectos se les hace entrega de paquetes de microorganismos para su utilización en sus cultivos. Con la participación de las distintas oficinas Ministerio de Agricultura y Ganadería (del MAG) ubicadas en cada región productora, se realizan charlas de capacitación a asociaciones de agricultores, en donde se les habla de las ventajas de la utilización de microorganismos y cómo estos van a mejorar las propiedades del suelo.

Cuando se establecen los ensayos en las parcelas, se le da un seguimiento desde la etapa de almacigo hasta la producción, para poder demostrarles que la aplicación de microorganismos va a beneficiar el cultivo, ya sea por un incremento en la producción o porque se dio un buen desarrollo del cultivo, sin la aplicación de los funguicidas que ellos suelen utilizar.

El Laboratorio de Biocontrol también realiza investigaciones para empresas. Esta vinculación se da por medio de la venta de servicios, que pueden ser investigaciones contratadas, charlas de capacitación para técnicos o ingenieros o análisis de muestras de suelo para determinar la presencia de microorganismos benéficos o patógenos. Además, se invita o recibe a gerentes de investigación de empresas agrícolas, para enseñarles la capacidad y servicios que se pueden ofrecer y capacitarlos en los nuevos avances del Biocontrol.

Una mirada hacia el futuro

El control biológico de plagas y enfermedades agrícolas en nuestro país ha ganado bastante terreno durante las últimas dos décadas. Si bien se inició como experiencias de investigación y programas de Universidades, actualmente existen varias empresas productoras, importadoras y distribuidoras de bio-insumos [5]. Hemos realizado cálculos basados en conversaciones con representantes de algunas de las empresas y estimamos que hay un mercado que ronda los \$5 millones de dólares/año de ventas solo de bio-insumos de producción local semi-artesanal y artesanal con productos registrados ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Este estimado sería mucho mayor si se incluyeran las ventas productos fabricados fuera del país y los productos no registrados que se consiguen en muchas zonas rurales.

La vinculación del laboratorio para dar servicios de diagnóstico, análisis y soporte a investigaciones de empresas, grupos de productores y agricultores independientes también es un eje central que se verá fortalecido con el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos. La investigación que estamos desarrollando apoya la creación de nuevos insumos, sobre todo con la introducción de nuevas formulaciones, el uso de metabolitos secundarios y fracciones de proteínas purificadas y estabilizadas para su aplicación en los cultivos, la incorporación de conidios en micropartículas y la estimulación de las defensas vegetales.

De la misma forma en que el concepto de control biológico y sus tendencias han ido cambiando a lo largo del tiempo, el quehacer del Laboratorio de Biocontrol se ha ido adaptando para poder apoyar con firmeza la producción agrícola nacional y sobre todo, el trabajo de los agricultores y consumidores que merecen un ambiente más seguro, saludable y sostenible.

Referencias

- [1] A. E. Hajek, J. Eilenberg, Natural enemies: an introduction to biological control. Cambridge, USA. University Press, 2018.
- [2] K. Astorga-Quirós, K. Meneses-Montero, C. Zúñiga-Vega, J. Brenes-Madriz, W. Rivera-Méndez, "Evaluation of antagonism of *Trichoderma sp.* and *Bacillus subtilis* against three garlic pathogens", Revista Tecnología en Marcha, vol 27, no 2, pp. 79-86. 2019.
- [3] J. Brenes-Madriz, C. Zúñiga-Vega, M. Villalobos-Araya, C. Zúñiga-Poveda and W. Rivera-Méndez, "Efectos de *Trichoderma asperellum* en la estimulación del crecimiento en chile dulce (*Capsicum annum*) variedad Nathalie en ambientes protegidos", Revista Tecnología en Marcha, pp. 79-86. 2019.
- [4] DiCYT, "Aplican técnicas biotecnológicas en el cultivo del ajo", *Dicyt.com*, 2019. [Online]. Available: <http://www.dicyt.com/noticias/aplican-tecnicas-biotecnologicas-en-el-cultivo-del-ajo>. [Accessed: 21- Aug- 2019].
- [5] W. Rivera-Méndez, "Control microbiológico como experiencia de sostenibilidad local en la agricultura centro-americana", Revista Tecnología en Marcha, vol especial, pp. 31-40. 2016.