

# PROGRAMA DE CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS DE DIECA: 33 AÑOS APOYANDO LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LA AGRICULTURA CAÑERA COSTARRICENSE

Marco A. Chaves Solera  
Gerente DIECA-LAICA  
[mchavez@laica.co.cr](mailto:mchavez@laica.co.cr)  
Febrero 2017

## INTRODUCCIÓN

Por muchos años la crítica generada por las prácticas de manejo agrícola tradicionales y convencionales, propias de los denominados monocultivos, se centraron en el daño, afectación de los recursos e impacto provocado por las mismas sobre los ecosistemas. Fue así como por décadas la degradación del ambiente, la polución y la contaminación generadas por la forma de producir, auspiciada e impulsada por la revolución verde, abrieron espacio para la confrontación y el debate entre la agricultura convencional y la agricultura ecológica. Por muchos años esa ha sido la tónica del trabajo agropecuario, surgiendo en ese trance ideas, propuestas renovadoras y nuevas formas de producir eficientemente sin afectar e impactar negativamente el ambiente.

El cultivo de la caña de azúcar por origen, antecedente y naturaleza extensiva-intensiva se ha ubicado en esa cuestionable categoría; sin embargo, el tiempo ha demostrado el ingenio, la capacidad y la valentía de ejecutar cambios de fondo en la forma de manejar las plantaciones comerciales bajo conceptos ecológicos. Fue así como en Costa Rica, desde hace 33 años la agroindustria azucarera representada por la **Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)**, ha venido desarrollando y fortaleciendo sistemáticamente una tecnología innovadora orientada a respetar el ambiente mediante el uso de controladores biológicos, feromonas, medios etológicos y el empleo de variedades de caña tolerantes a los principales patógenos y plagas que afectan el cultivo. *“La naturaleza combatiendo a la naturaleza”* compone y conforma la estrategia institucional y orientación pragmática

adoptada por el sector azucarero para evitar en lo posible el uso de agroquímicos, lo que no implica que en caso necesario puedan ser prudente y razonablemente empleados.

### **1. BASE CIENTÍFICA PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN LA CAÑA DE AZÚCAR**

La naturaleza establece que todo individuo sin importar su especie, atraviesa por cuatro etapas dentro de su ciclo biológico de vida: nacimiento, crecimiento, desarrollo y muerte. Sin embargo, un porcentaje no despreciable de estos organismos, enfrentará con intensidad variable en alguna de esas etapas, el efecto e impacto de algún factor exógeno que puede eventualmente constituirse en una seria amenaza para la estabilidad poblacional de su especie; de esta forma, naturalmente se instaura un equilibrio de poblaciones entre las especies que coexisten en un determinado nicho ecológico.

Estos factores pueden ser climáticos, edáficos, antropogénicos o derivados de eventos naturales como huracanes, sequías, inundaciones, erupciones volcánicas u otros; sin embargo, en la mayoría de las ocasiones se presentan por la acción de otros organismos que compiten directa o indirectamente entre sí, ya sea por alimento, refugio, habitat o simplemente porque han coevolucionado para ser depredadores, parásitos o patógenos de otras especies. Así pues, producto del entendimiento y comprensión de estas relaciones, se pueden encontrar infinidad de organismos que seleccionados, reproducidos y aplicados artificialmente pueden actuar como **CONTROLADORES BIOLÓGICOS,**

ejerciendo un efecto de supresión sobre determinada plaga y tendiendo a equilibrar su población, evitando con ello que se produzcan pérdidas económicas.

Los beneficios que se obtienen de la implementación de este tipo de programas radican en la **ausencia de toxicidad** para vertebrados, además al ser **específicos** (en algunos casos muy específicos) para sus hospederos, resultan ser **inocuos e inofensivos** hacia organismos benéficos invertebrados, tales como insectos (polinizadores, parasitoides, depredadores) y otros artrópodos como las arañas. **Pueden aplicarse de forma asociada y/o integrada** con otras estrategias de control y tienen un **efecto residual**; además de que **difícilmente inducen resistencia en sus hospederos**. Finalmente, su reproducción, liberación y el efecto que producen, hace a esta estrategia muy **rentable** desde una perspectiva económica y también ambiental.

Algunos factores que limitan su utilización son: su **especificidad** cuando en un mismo sitio se presenten complejos de plagas de diferente orden, familia o género; por otro lado, su **acción no es inmediata** y más bien, **requieren de un período prudencial de adaptación** que incluso puede llevar años, antes de exhibir su máximo potencial de control; esto es más frecuente cuando se trata de organismos no endémicos. Dependiendo de la naturaleza del organismo benéfico, pueden ser exigentes en cuanto a su **almacenamiento, distribución y aplicación en el campo**, debido a que algunos organismos no soportan períodos prolongados de almacenamiento, por lo que su transporte debe ser cuidadoso y riguroso para evitar el efecto de la luz, las temperaturas elevadas y de la humedad.

Naturalmente el rango de acción de los controladores biológicos es por lo general sumamente amplio, pero comercialmente muy poco explorado y difundido; según datos referidos al tema, la comercialización

de bioplaguicidas (entomopatógenos, insectos benéficos y sustancias biológicamente activas como las feromonas y algunos extractos botánicos), no superan el 5% del total de plaguicidas comercializados en el mundo. Esta situación ha venido sin embargo cambiando aceleradamente debido a la presión e imposición ejercida por los principales mercados de productos agrícolas, y a una mayor conciencia ecológica mundial en cuanto a la importancia de conservar el ambiente y consumir productos más sanos e inocuos.

El hecho de haber iniciado programas de control biológico hace 33 años, expone y ubica al sector azucarero costarricense representado por LAICA (DIECA), como pionero en esta innovadora estrategia de control, y como un modelo empresarial a seguir para muchas compañías e instituciones en el ámbito latinoamericano y mundial.

## **2. OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL BIOLÓGICO**

Congruente y consecuentemente con la Misión propia de DIECA de *“Contribuir mediante la generación, la innovación, la transferencia de tecnología y la prestación de servicios técnicos especializados, al desarrollo y progreso del sector azucarero en complemento y armonía con el ambiente”*, y de la mano con el apoyo visionario de la corporación cañero-azucarero; se logra organizar, implementar y operar en 1984 y 1989, respectivamente, los laboratorios de producción del parasitoides *Cotesia flavipes* (HYM:BRACONIDAE) y de hongos entomopatógenos, principalmente de los géneros *Metarhizium* y *Beauveria*. Con su utilización, a través de DIECA se han logrado resultados satisfactorios en el control de plagas de importancia económica para el cultivo, tanto a nivel nacional como internacional.

Debido a la naturaleza de los controladores biológicos, es vital llevar a cabo una estricta programación, tanto de la producción, el almacenamiento y la liberación de estos

organismos en el campo, de tal forma que los mismos estén disponibles en el momento oportuno en que se les requiera. Esta programación se fundamenta en el análisis de antecedentes basada en registros históricos que demuestran las necesidades regionales de los controladores tanto mensual como anualmente; así como en calificados criterios técnicos que consideran factores puntuales y coyunturales presentes en los sitios de aplicación.

En consideración de que estos organismos no ejercen una función preventiva, por cuanto dependen de encontrar a su hospedero natural para cumplir su función, en este caso a la plaga; es también vital llevar a cabo un sistema eficiente y seguro de monitoreo poblacional, que aporte la información necesaria para decidir sobre la aplicación o no del mismo, tanto en cuanto al momento, como a la cantidad requerida. Esta acción representa para el **Programa de Manejo de Plagas** en general, un esfuerzo importante en cuanto a la capacitación al productor, sin la cual no se tendrían buenos resultados en el control.



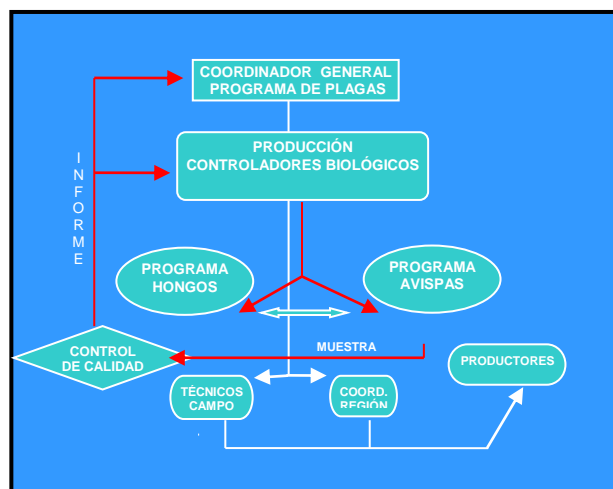
**Capacitación técnica de productores**

Debido a los profundos y constantes cambios que suceden tanto en el clima, como en los sistemas de producción comercial de la caña, usualmente se experimentan modificaciones importantes en la frecuencia y distribución de las plagas, así como en la composición local del complejo. Por esta razón, es obligado

para el Programa, mantener activa la investigación, el desarrollo e implementación articulada de **Sistemas de Manejo Integrado de Plagas (MIP)** y de **Sistemas de Manejo Integrado del Cultivo (MIC)**, consecuentes con la situación y realidad entomológica del lugar, pero enmarcados dentro de las posibilidades y capacidades individuales de cada beneficiario.

La cambiante, compleja y difícil situación agroclimática que se presenta actualmente y que impacta negativamente el campo cañero generando serias afectaciones agroindustriales, hace necesaria también una estricta y efectiva coordinación entre el Programa de Manejo de Plagas y los coordinadores de DIECA destacados en las diferentes regiones cañeras del país; coordinación que involucra también a los equipos técnicos de los Ingenios e incluso, a los mismos Productores Independientes como beneficiarios finales del servicio.

#### ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE CONTROL DE PLAGAS DE DIECA



### 3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

- Brindar una alternativa sana, segura y eficiente para el control de plagas de la caña de azúcar, ofreciendo además del agente biológico y el medio de control, la capacitación y el apoyo técnico necesario para su correcta implementación en el campo.

- Favorecer la sostenibilidad y rentabilidad del sistema de producción cañero y, con esto, indirectamente mejorar el nivel de vida del productor.
- Brindar dentro de la agricultura nacional una opción innovadora y ofrecer un ejemplo no convencional y no degradante para el manejo efectivo de plagas en el cultivo de la caña de azúcar.
- Estrechar lazos con instituciones y entidades afines dentro y fuera del país, integrándose en la medida de las posibilidades, a programas conjuntos de investigación y de aplicación de biocontroladores, tanto en caña como en otros cultivos.
- Motivar y ofrecer soporte a otras instituciones de carácter nacional dedicadas a la investigación, la extensión, la producción y la comercialización de productos agrícolas, a adoptar estrategias de control de plagas por medios biológicos y etológicos, esto con el fin de amplificar el efecto benéfico de estos organismos y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida.

#### 4. ELEMENTOS TÉCNICOS DEL PROGRAMA

##### 4.1. REPRODUCCIÓN Y LIBERACIÓN DEL PARASITOIDE *Cotesia flavipes* (HYM:BRACONIDAE)

Se experimentó durante los primeros años de la década de los años 80's, importantes pérdidas económicas debido al fuerte ataque de la plaga conocida como el barrenador común del tallo, representado por tres especies: *Diatraea tabernella* (zona alta), *Diatraea guatemalaella* (zona media y baja) y *Diatraea saccharalis* (focos en zona media).

El nivel de daño que ocasiona la plaga se mide por medio del indicador denominado **Intensidad de Infestación (I.I%)**. El valor promedio nacional de ese indicador para la zafra 2015-2016 se estableció en 5,40%. Otro indicador utilizado complementariamente es el Factor de Pérdida el cual se estableció geográficamente en diferentes periodos de zafra en 0,320 kg, 0,435 kg, 0,505 kg, 0,590 kg y 0,604 kg de azúcar por tonelada métrica de caña procesada, por cada 1% de Intensidad de Infestación, para las regiones de Cañas (SP 79-2233), San Carlos (PINDAR), Grecia (SP 71-5574), Juan Viñas (H 61-1721) y Pérez Zeledón (SP 71-5574), respectivamente.

Debido a la naturaleza e intensidad del ataque y a la ubicación de la larva (dentro del tallo), que es la que produce el daño productivo, fue necesaria la puesta a prueba del sistema de control mediante el empleo del parasitoide (avispa) *Cotesia flavipes*, tecnología que fue original e inicialmente adoptada de Brasil en donde aportaba resultados muy satisfactorios. La misma fue posteriormente adaptada a nuestras condiciones y entornos productivos particulares. Para el año 1984, se realiza la primera liberación del parasitoide en el país.



**Daño provocado por *Diatraea* spp en los tallos**

Para la reproducción del parasitoide y debido a su especificidad hacia el complejo del género *Diatraea*, es necesario utilizar el sistema *in vivo* de reproducción, es decir, se

requiere de mantener un pie de cría de calidad del barrenador el cual actúa como hospedero.

El proceso reproductivo se divide entonces en dos etapas claramente definidas: **a) Producción del pie de cría del hospedero (*Diatraea saccharalis*):** en esta fase del proceso, se introducen hembras y machos del insecto dentro de cámaras de cópula, las hembras ovipositan masas de huevos sobre papel tipo “*mantequilla*”; estos huevos se desinfectan y son puestos a madurar y cuando están prontos a eclosionar, son inoculados dentro de frascos de cristal conteniendo una dieta artificial. Las larvas que emergen consumirán la dieta durante 14 días consecutivos, luego de lo cual son seleccionadas y posteriormente, colocadas individualmente en cajitas plásticas de poliestireno cristal, conteniendo un trozo de dieta. Finalmente, la larva entra en la fase de crisálida y de ahí se obtienen los adultos que se “*sexan*” e introducen de nuevo en las cámaras de cópula.

En la etapa **b) Producción del parasitoide:** una porción de las larvas (13-14 días) que se originaron a partir del pie de cría, son sometidas a la “*parasitación*” por la hembra del parasitoide; este proceso implica la colocación en el interior del cuerpo de *D. saccharalis*, de una cantidad de huevos del parasitoide *C. flavipes*. Durante un período de 10 a 12 días, las larvas del parasitoide se alimentan del tejido graso del hospedero desarrollándose plenamente; en este momento, salen al exterior para iniciar su etapa de pupación (cocón); los cocones o puparios son entonces recolectados y sometidos a un proceso de maduración. Finalmente al completar su emergencia como adulto, son liberadas en el campo siguiendo un procedimiento validado previamente.



**Proceso de parasitación y empupado de *C. flavipes* sobre *D. saccharalis***

Para la liberación en el campo, se debe conocer de previo mediante un riguroso sistema de monitoreo, la población de la plaga (número de larvas). El nivel de control o de liberación del parasitoide en el campo se ha establecido y fijado en 1.500 larvas promedio por hectárea; bajo ese nivel poblacional se liberan en teoría 4 parasitoides por cada larva del barrenador. Es sumamente importante también considerar las condiciones en que estos organismos son almacenados, transportados y liberados en el campo, ya que condiciones inapropiadas afectan directamente el potencial de control; por esta razón, debe de considerarse como parte integral del programa, la capacitación al usuario pero sobre todo al aplicador.



*Cotesia flavipes* listo para ser liberado

#### 4.2. PRODUCCIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

A mediados de la década de los años 80's se reportaron severos ataques y daños productivos provocados por el insecto denominado "Salivazo", sobre todo en la región cañera de San Carlos. Debido a sus hábitos de vida, este singular insecto era de muy difícil control por medios químicos, que además resultaba oneroso e ineficiente. Esta situación motivó en DIECA a la búsqueda de una alternativa eficiente y segura de control. Fue así como en el año 1989, dio inicio aunque de manera incipiente el programa de producción del hongo *Metarhizium anisopliae*.



**Daño provocado por *M. hemipterus***

El hongo mediante la liberación de enzimas quitinolíticas y proteolíticas ablanda la región del exoesqueleto del insecto donde se producirá la infección, la cual se hace efectiva por medio de la introducción del "clavo de penetración" al interior del insecto. Aunque el insecto aún no muere, el

mismo se ve seriamente afectado por la emisión de otras sustancias (metabolitos secundarios como dextrinas, citocalasinas) que produce el hongo y que en el interior del insecto, provocan serias alteraciones fisiológicas. Estas sustancias en asocio con el crecimiento vegetativo del hongo, producen la muerte del insecto en el término de 4 a 8 días.



**Hongos géneros *Beauveria* y *Metarhizium***

Finalmente, el hongo sale al exterior, coloniza el cadáver del insecto y emite millones de propágulos infectivos (conidios) al medio que atacan otros insectos reduciendo la población y con ello la afección y el impacto productivo.



**Picudo rayado (*M. hemipterus*) colonizado por *Beauveria bassiana***

Para su reproducción en el medio se aprovecha la propiedad "saprofítica" que posee el hongo, la cual le permite sobrevivir y reproducirse sobre materiales orgánicos en

fermentación. Las “biofábricas” como la que LAICA posee en Grecia (Estación Experimental de DIECA), utiliza un SISTEMA BIFÁSICO, que incluye tanto sustratos líquidos como sólidos. Los sustratos líquidos se componen básicamente de sustancias que aportan carbohidratos, energía y nitrógeno al hongo para su desarrollo y multiplicación vegetativa en forma de micelio y blastósporas, material que servirá de inóculo para la etapa final del proceso, la MASIFICACIÓN de la producción se hace en arroz como sustrato final.



**Producción de *M. anisopliae* sobre arroz**

Estas características y particularidades le permiten a DIECA, producir un material puro y de bajo costo, lo cual lo hace una alternativa importante y accesible dentro del manejo fitosanitario de cultivos como la caña de azúcar, el café, las hortalizas, los pastos, los frutales, los ornamentales y muchos otros más.

La eficiencia en la aplicación del hongo es tan importante para su efectividad, como la agresividad y la virulencia que posea el material reproducido; un hongo mal aplicado, pierde significativamente su potencial y capacidad de control. Por esta razón, hay que considerar factores como la población de la plaga, su ubicación y estadio biológico; la biomasa del cultivo, las temperaturas y la luminosidad predominante y, por supuesto, el tipo de equipo de aplicación empleado y el volumen a descargar.



Los mejores resultados se obtienen cuando las aplicaciones se realizan con bajos niveles poblacionales de la plaga, o incluso moderados, y cuando las condiciones de clima son favorables (alta humedad y baja luminosidad). La experiencia indica que estas condiciones se alcanzan al final de la tarde. La dosificación por hectárea varía entre 2,5 - 5,0 x 10<sup>12</sup> conidios, lo cual está contenido en 10 a 20 bolsas de 400 g, en 3-6 kg (hongo + arroz seco) o en presentación de 50 a 100 g de producto puro, según sea la formulación adquirida. El nivel de control puede variar entre un 30 y un 80%.

## **5. RESULTADOS EN EL CONTROL DE PLAGAS**

### ***5.1. PRODUCCIÓN Y LIBERACIÓN DEL PARASITOIDE *Cotesia flavipes*.***

El promedio histórico de parasitismo reportado en Costa Rica evaluado en el periodo de 31 años 1985-2015 (con ausencia de datos en 6 años) revela un parasitismo para la avispa del 30,2% (promedio de 25 años); logrando sus mejores índices en los años 1996 (50,8%) y 1992 (39,9%); en tanto que en el año 2015 se reportó un parasitismo promedio nacional para la avispa del 41,5%. Ese control muestra que adicionalmente la media de parasitismo para moscas taquinidas fue de 9,2% (promedio de 24 años) y del 1,5% (media de 19 años) para otros agentes biológicos asociados. El efecto total de parasitismo integrando esos agentes para los

31 años medidos fue del 40,5%, con valores máximos en los años 1996 (66,6%), 1997 (59,8%) y la última lectura realizada en el 2015 reportó una media de parasitismo del 42%.

El parasitismo reportado exclusivamente para *C. flavipes* ha llegado en algunos casos a alcanzar valores extremos del 80% (Juan Viñas y Taboga 2000) y el de otros parasitoides nativos alcanza hasta un 60% (*P. claripalpis*, San Carlos 2000), lo que demuestra un equilibrio sostenido durante los últimos años al no emplearse productos químicos en el control de esta importante plaga.

La amplia capacidad de adaptación de la avispa a las condiciones particulares del entorno productivo de las diferentes regiones cañeras es muy importante, ya que la misma se ha logrado establecer en pisos altitudinales entre los 0 y 1.500 msnm, con condiciones climáticas bastante diferentes entre sí. Además, ha demostrado ser eficiente en el control de otras especies del barrenador.



El laboratorio de *C. flavipes* a cargo de DIECA se estima ha reproducido en el término de los últimos 33 años (1984-2016), un total de 879,7 millones de insectos de los cuales se han liberado en el país 682,6 millones para un 77,60%. Con los mismos se ha dado cobertura a un área total (incluye exportaciones) estimada en 146.613 hectáreas de caña de azúcar y, efectiva en el país de 113.767 has en ese mismo periodo.

La primera producción de avispas aconteció en el año 1984 con apenas 8.020 unidades que permitieron cubrir 1,3 has.

La capacidad instalada actual de producción de parasitoides se estima es de 50 millones de avispas/año en condiciones favorables y con disposición plena del pie de cría requerido. El laboratorio logró alcanzar una producción máxima en el año 2009 al generar 46,9 millones de avispas, cantidad suficiente para atender 7.812 has cultivadas de caña, cubriendo con ello a cabalidad las necesidades nacionales y generando excedentes para la exportación. La mayor liberación nacional aconteció en el año 2007 con 33,8 millones que cubrió un área de 5.639 has.



Avispa de *C. flavipes* en parasitación de *Diatrea* spp

## **5.2. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS**

El Programa de Producción de Hongos Entomopatógenos ha logrado durante su operación de 28 años continuos (1989-2016), la producción de 588.143 kg (588,1 toneladas métricas) de hongos sobre substrato (arroz) y también en presentación de hongo puro; con este material biológico se ha logrado una cobertura aproximada de cerca de 73.518 has de cultivo. La primera producción de hongo en los laboratorios de DIECA ocurrió en el año 1989 cuando se formuló 2.107 kg, cantidad suficiente para cubrir un área de 263

has. Actualmente la capacidad instalada en laboratorios permitiría producir hasta 40 mil kilogramos (40 tm) en un año si se cuenta con cepas de calidad y en buen estado.

Del total de hongo producido se tiene que el 76,8% correspondiente a 451.520 kg (451,5 tm) se ha utilizado y aplicado en ese mismo periodo en plantaciones comerciales de caña de azúcar del país; el resto se ha vendido a demandantes nacionales y externos de otras actividades productivas. Se estima con buena aproximación que cerca del 70% del material liberado ha sido del hongo *Metarhizium anisopliae* y el restante 30% de *Beauveria bassiana*.

Una cantidad significativa del hongo producido por DIECA ha sido exportada a varios países centroamericanos; además, estos hongos virtud de su amplio espectro de acción son utilizados en el país para el control de muchas otras plagas presentes en la agricultura, tal como se mencionó al inicio.

El promedio nacional de parasitismo medido en salivazo en el periodo de 14 años (1990-2004) fue del 57,4%, siendo un nivel satisfactorio para programas de control biológico. Los mayores parasitismos se alcanzaron en el año 1996 con un 87,1% y 1999 con 77,0%. El parasitismo obtenido sobre otros insectos plaga del cultivo reportan grados superiores al 80% (cigarrita antillana, chinche de encaje). Es importante y necesario retomar de nuevo la medición de este indicador pues dejó de computarse como promedio nacional desde el 2004.



**Parasitación de *M. hemipterus* por hongo.**

## 6. VENTAS Y EXPORTACIONES

Con una visión empresarial muy clara y definida, se analiza con carácter crítico y muy objetivo a partir del año 1990, la posibilidad de exportar excedentes en un inicio y luego se valora y plantea a las autoridades superiores y decisorias del sector azucarero, la viabilidad y factibilidad técnico-económica de producir para vender productos biológicos tanto dentro como fuera del país.

Importante indicar que antes de ese año existía una cantidad importante de avispas que se liberaba en las zonas más altas (>900 msnm) productoras de caña, como eran Turrialba (Juan Viñas, Cervantes, Paraíso, Santa Rosa, Santa Teresita, Santa Cruz, San Juan), Valle Central (Grecia y Valverde Vega) y San Carlos (Quesada), pues el ciclo vegetativo de algunas variedades comerciales de la época (Co 421, H 44-3098, H 37-1933, H 57-5174, H 32-8560, POJ 2878, POJ 2714, entre otras) superaba los 12 meses para cosecha, requiriendo para ello de 16 a 24 meses. El laboratorio de parasitoides por razones de temporalidad, reducía significativamente su nivel de reproducción durante el periodo de cosecha de plantaciones (enero-junio), al no existir mucha caña en pie pues estaba recién cortada o muy pronta a ello, por lo que resultaba insensato liberar avispas. El laboratorio tampoco podía detener la producción por razones obvias, pues había un pie de cría que mantener como “semilla” para iniciar la producción futura. Por este motivo las avispas se liberaban en zonas altas o de ciclo vegetativo prolongado donde si había caña en crecimiento.

A partir de 1990 se optó en el caso de las avispas por redireccionar y exportar ese excedente a Panamá, abriendo y posicionando un incipiente e interesante mercado. Pronto se vendió la idea de producir para exportar, lo que fue acogido y avalado y hasta la fecha se procede así; para lo cual todos los años se formula y presenta un plan de exportaciones y venta interna de

hongos para uso en otras actividades productivas; en el país no se venden avispas pues estas son proporcionadas por LAICA de forma gratuita a sus productores asociados.



Las exportaciones en el caso de los parasitoides se han dirigido primordialmente a países como Guatemala, El Salvador, Honduras, República Dominicana y Panamá, iniciando en el año 1990 con una primera venta a ingenios panameños de 1.791.000 unidades. Durante los 27 años continuos de ventas al exterior (1990-2016) se estima que se han exportado 197,1 millones avispas de *C. flavipes* con lo cual se han cubierto en teoría 32.847 has. La mayor exportación ocurrió en el año 2009 con la venta de 22,3 millones suficiente para atender un área de 3.717 has de caña.

Las exportaciones de hongos entomopatógenos de los géneros *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria* spp son más recientes, se han enviado a Guatemala, El Salvador y Panamá. Las mismas iniciaron en el año 2000 con la primera venta dirigida a ingenios panameños de 4.363 kg. Durante los 17 años (2000-2016) continuos de ventas dentro y fuera del país, se estima que se han colocado 136.622 kg (136,6 toneladas métricas) con lo cual se han cubierto 17.078 has. La mayor exportación ocurrió en el 2009 con la venta de 16.270 kg (16,3 tm), suficiente para atender un área de 2.034 has.

Una de las principales limitantes y dificultades operativas que existen para organizar y planificar la producción,

comercialización y venta de controladores biológicos, es no contar con un mercado definido que permita proyectar con la antelación debida las necesidades de producción establecidas; esto por cuanto las solicitudes y demandas surgen como resultado de los muestreos de campo que en periodos vegetativos puntuales se realicen, lo que también viene coyunturalmente influenciado y determinado por las condiciones climáticas y el comportamiento de las plagas en cada periodo vegetativo.

## 7. IMPACTO NACIONAL DE LOS PROGRAMAS DE CONTROLADORES

- En los últimos 33 años (1984-2016) se han reproducido en los laboratorios de DIECA un total de 879,7 millones de parasitoides, de los cuales el 77,6% correspondiente a 682,6 millones se ha liberado en los cañaverales del país. Los restantes 197,1 millones (22,4%) se han exportado a Guatemala, Honduras, El Salvador, República Dominicana y Panamá, captando con ello una buena cantidad de miles de dólares por dicha gestión que han ingresado a las arcas de LAICA (no de DIECA).
- En el periodo de 28 años (1989-2016) los laboratorios de DIECA han producido un total de 588.143 kg (588,1 toneladas métricas) de hongos entomopatógenos, de los cuales el 76,8% correspondiente a 451.520 kg (451,5 tm) se ha aplicado en los campos de caña del país. Los restantes 136.622 kg (136,6 tm) correspondiente a un 23,2% se han exportado a Guatemala, El Salvador y Panamá.
- La cobertura total y efectiva al integrar los dos programas (parasitoides + hongos entomopatógenos) es de 170.207 has tratadas en el país, lo cual representa prácticamente 2,5 veces el área actual sembrada (zafra 2015-2016) con caña de azúcar que se procesa

industrialmente en los 13 ingenios activos, estimada en 69.030 has de la cual anualmente se corta un 89,48% correspondiente a 61.770 has.

- Como beneficiarios directos del proyecto, figuran los más de 7.000 entregadores de caña (promedio de 9.278,6 en las últimas 13 zafras periodo 2003-2015) ubicados en Guanacaste, Pacífico Central, Valle Central, Zona Norte, Turrialba y Zona Sur, los cuales se encuentran agrupados en los 13 ingenios activos del país que actualmente fabrican azúcar.
- Las exportaciones tanto de parasitoides como de hongos no afectan las necesidades y demandas nacionales, pues son programadas, producidas y financiadas de manera independiente y las cantidades por vender son fijadas por demanda previa puntual.
- Para el área de cultivo señalada y para el período de 33 años de servicio evaluado, se ha generado y ofrecido una alternativa tecnológica ambientalmente amigable para controlar las plagas, evitando con ello el uso y la aplicación de insecticidas de alta toxicidad y residualidad, con el consiguiente riesgo e impacto sanitario y ambiental, siendo este un innovador y reformador modelo a seguir por la agricultura nacional y extranjera.

Adicionalmente se logran otros beneficios complementarios importantes pues:

- 1) Se elabora y comercializa un producto (azúcar) “*ecológicamente más sano*” y por consiguiente, con posibilidades de alcanzar un valor agregado más alto.
- 2) Se obtiene una mayor rentabilidad del cultivo al obviarse una mayor cantidad de insumos dirigidos al control de plagas.

- 3) Se experimenta un incremento en la sostenibilidad de los sistemas de producción de caña de azúcar.
- 4) Se promueve y favorece un importante mejoramiento de la salud ambiental, humana y animal como resultado de la reducción en el uso de agroquímicos.
- 5) En general, se obtiene un importante fortalecimiento de la economía agroalimentaria y con esto, un aumento en las posibilidades de crecimiento y desarrollo regional y nacional
- 6) Se alcanza una excelente oportunidad para que las empresas azucareras puedan obtener certificaciones de calidad (ISO, EUREP-GAP y EPA), lo que eventualmente mejoraría las posibilidades de colocar los productos azúcar y sus derivados en mercados diferenciados, con todos los beneficios y valor agregado que esto implicaría para toda la agroindustria y el país.
- 7) La imagen del sector y el país se ven ostensiblemente favorecidas por la naturaleza y alcances del emprendimiento.

Otros beneficios agregados brindados por el programa son:

- Apoyo técnico y logístico a productores, empresarios, técnicos nacionales y extranjeros, provenientes de instituciones gubernamentales y empresas privadas tanto en el ámbito nacional como internacional, las cuales reciben capacitación y han participado en eventos técnicos organizados por DIECA (congresos, seminarios, días y giras de campo, intercambios técnicos y visitas directas a las instalaciones).
- Asesoramiento directo a tesis de grado y pasantías para productores, técnicos y estudiantes de todos los centros en

enseñanza superior del país y algunos del exterior.

- Participación directa en la formación profesional de estudiantes en carreras relacionadas, como son: Agronomía, Biología, Biotecnología, Ingeniería Forestal y Educación. En los laboratorios de Grecia se recibe en promedio la visita anual de poco más de 500 personas entre productores, técnicos, empresarios y estudiantes.
- Aplicar lo aprendido y experimentado como modelo en la implementación de otros Programas de Control Biológico y de Desarrollo de Sistemas de Manejo Integrado de Plagas y Cultivo (MIP-MIC), tal como acontece con el café, el banano y la ganadería, entre otros.

## 8. RECONOCIMIENTOS OBTENIDOS POR DIECA

El desarrollo de los programas de control biológico y la actividad desarrollada por DIECA en sus 35 años de gestión continua y vida institucional, le han valido la obtención de dos importantes reconocimientos y distinciones nacionales:

- Premio al “*Mérito del Esfuerzo Exportador Más Innovador*”, otorgado por la Cámara de Exportadores de Costa Rica (CADEXCO), en diciembre del 2002
- Premio a la “*Actividad Agropecuaria 2006*”, otorgado por la Cámara de Insumos Agropecuarios de Costa Rica, en noviembre de 2006

El reconocimiento alcanzado en esta innovadora actividad, ha servido también para ser difundidos en importantes medios de comunicación nacional, tales como:

- Periódico La Nación: 21 de setiembre de 2000, 6 de octubre de 2002 y 13 de abril del 2005.
- Periódico La Prensa Libre: 12 de mayo de 2006.
- Periódico La Extra. 19 de mayo de 2009 y 16 de julio de 2009.
- Documental “Siete Días” de Televisora de Costa Rica Canal 7: 20 de febrero de 2006.

## 9. EXPECTATIVAS DEL PROGRAMA

A pesar de los importantes e incuestionables logros alcanzados, las necesidades, retos y desafíos pendientes de alcanzar en materia de Control Biológico, de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Integrado de Cultivo (MIC), en general son aún múltiples y variadas, por lo que actualmente se labora en el desarrollo de nuevas investigaciones; entre los asuntos pendientes de abordaje, los más importantes son:

- Fortalecimiento del Banco de Cepas de Hongos, mediante la mejora en sus condiciones de conservación y variedad de aislamientos, incorporando géneros reconocidos como *Cordyceps*, *Lecanicidium*, *Paecilomyces*, *Entomophthora* y *Trichoderma*, con los cuales se puedan desarrollar nuevos proyectos de investigación orientados a procurar incrementar cobertura y eficacia en el combate de plagas de reconocido impacto productivo y económico.
- Desarrollar nuevas investigaciones tendientes a identificar nuevos y más eficientes controladores biológicos, con los cuales mejorar los niveles de control que actualmente se obtienen.
- Investigar el potencial de utilización de bacterias y nemátodos entomopatógenos (caso jobotos); así como parasitoides de

huevos como *Trichogramma* spp. o *Telenomus* sp. (caso lepidópteros) y otros parasitoides con claro potencial como *Metagonistylum* sp., *Billaea* sp., y *Lixophaga* sp.

- Desarrollar un sistema operativo eficiente, confiable y rentable de reproducción de hongos empleando medios líquidos.
- Incorporar criterios operativos de mejora continua tanto en el sistema de producción de los controladores biológicos, como también en los sistemas de control de calidad.
- Buscar acercamientos y estrechar lazos con entidades afines, promoviendo la participación en proyectos conjuntos.
- Ampliar la capacidad exportadora, mejorar ostensiblemente los canales de comercialización y buscar nuevos mercados para los productos biológicos.
- Incorporar Certificaciones de Calidad que agreguen valor al proceso desarrollado en los laboratorios de DIECA.

## 10. CONCLUSIÓN

Los destacados y sobresalientes esfuerzos técnicos y profesionales promovidos por un grupo de hacendados y calificados emprendedores; pero sobre todo, la acertada visión institucional de futuro que tuvo el sector azucarero costarricense para desafiar y decidir apoyar y fortalecer el desarrollo de una orientación tecnológica novedosa e innovadora en un momento coyuntural difícil, resultan incuestionablemente dignos de exaltar, aclamar y emular virtud de su significado e implicaciones institucionales.

Hoy, transcurridos 33 años de gestión institucional continua en el área del manejo y control biológico de plagas, puede aseverarse

con buen criterio que la decisión adoptada fue muy sensata, atinada y madura virtud de los resultados alcanzados a la fecha, que tanto han favorecido al sector azucarero, al país y al ambiente. De no haberse decidido actuar por esa innovadora, oportuna y pertinente orientación tecnológica, muy posiblemente la agroindustria nacional del azúcar estaría inmersa hoy día en la problemática y conflicto que el control de plagas mediante el uso tradicional de agroquímicos acarrea.

Lo más relevante y destacado de todo este largo proceso de investigación, adaptación, validación, divulgación y convencimiento, no son solo los innegables logros tecnológicos, ambientales, económicos y comerciales alcanzados, sino principalmente, la conciencia, sensibilidad ambiental y cultura ecológica adquirida por los integrantes del sector azucarero.

El mérito del logro alcanzado es de los dirigentes y empresarios que apoyaron, pero sobre todo de los funcionarios de DIECA que pensaron diferente y se esforzaron con entrega y capacidad para hacer las cosas diferente ¡Y lo lograron!

