

El Control Biológico de Plagas como Experiencia Empresarial de la Agroindustria Azucarera Costarricense

Marco Chaves Solera¹

RESUMEN

Se exponen en el documento las razones, circunstancias y elementos que han intermediado y participado en la decisión histórica del sector azucarero costarricense, de desarrollar una importante y ejemplar labor institucional vinculada con el Control Biológico de Plagas, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y más ampliamente lo que se conceptualiza y opera como Manejo Integrado de Plantaciones, todo dentro de los principios establecidos y esgrimidos por la filosofía de la Producción + Limpia. Se aporta y analiza la información productiva del periodo 1984-2008. Se comenta respecto al destacado papel desempeñado por empresarios azucareros valientes y visionarios que tomaron en el momento oportuno, la idea del Control Biológico de Plagas, valoraron sus alcances potenciales, apoyaron, arriesgaron y pusieron en ejecución la iniciativa hasta llegar con el tiempo a fortalecerla y consolidarla. Se expone en relación al transcurrir histórico coyuntural en el cual se desarrolló una idea técnicamente nueva e incipiente en ese momento (1982), como era este tipo de combate biológico poco convencional para una actividad tan tradicional como la vinculada con la caña, hasta convertirlo en la tecnología aceptada y robustecida que es hoy día y que tan amplio uso posee por parte de la agroindustria cañero-azucarera nacional e internacional. Se aportan complementariamente algunas sugerencias y recomendaciones orientadas a procurar construir una agenda nacional ambiental exitosa, fundamentada y sustentada en el apoyo empresarial e institucional.

INTRODUCCIÓN

La agricultura y la agroindustria representan y constituyen incuestionablemente los pilares fundamentales sobre los cuales se sustenta la economía nacional, motivo por el cual no cabe duda, que la dedicación y el esfuerzo de hombres y mujeres a estas nobles actividades ha promovido y favorecido históricamente la estabilidad de la sociedad costarricense. Además de la relevancia económica de la agricultura en la generación de riqueza y empleo, no puede desconocerse ni obviarse la profunda relación que esta mantiene con el espacio rural y el agroturismo.

Es por estos motivos y razones, importante y necesario conocer, valorar y procurar incorporar e integrar el esfuerzo empresarial y la participación de ese sector en cualquier iniciativa, plan o programa que se pretenda encausar en materia de políticas productivas, económicas, sociales o ambientales, virtud del efecto favorable (promotor) o negativo (impacto) que las mismas puedan generar.

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. Director Ejecutivo. **Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)**, Costa Rica. E-mail: mchavez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066 / (506) 2284 6067 / Fax (506) 2223-0839. Presentado en el Taller *“Insumos para la Construcción de una Agenda Agrícola Ambiental”*, organizado por la *Universidad Nacional (UNA)* y el *CATIE*, celebrado en San José, Costa Rica, 7-8 de octubre del 2008.

La concepción válida, real y moderna de empresariabilidad no está limitada y restringida exclusivamente a un grupo privilegiado de agricultores como muchos creen, que involucra sólo al gran productor, sino que por el contrario integra también al mediano, al pequeño, al campesino, al hombre rural, los cuales ejercen un papel importante en todo el encadenamiento productivo de una determinada actividad, sector o país. Esa concepción considera por tanto al agricultor como empresario agroindustrial.

Está demostrado que en la agricultura moderna la tecnología se ha constituido en el factor más importante y determinante en el incremento de la productividad y el mejoramiento de la calidad de los productos agroindustriales; tal vez más que los tradicionales factores tierra y capital, pues constituye el motor básico para la creación de riqueza.

El dinámico e impresionante avance alcanzado por la tecnología en las últimas décadas, ha despertado insospechadas posibilidades de lograr en el corto plazo el crecimiento sostenido, rentable y competitivo de la agricultura. Sin embargo, esa realidad ha generado también grandes preocupaciones por el impacto que la intensificación de la agricultura y del crecimiento demográfico puedan inducir, como hay ya evidencias, sobre los recursos naturales y el medio ambiente; lo que también trasciende al campo de las preocupaciones por los asuntos vinculados con la ética, lo legal, la equidad distributiva, la calidad de vida, la salud, lo rural y el desarrollo humano en general (GUYNAS 2002).

En este nuevo escenario la agricultura y los agricultores enfrentan el enorme reto de hacerse y mantenerse competitivos, lo que resulta válido tanto para los productos tradicionales como también para los no tradicionales, acogiendo y respetando los principios fundamentales que imponen la actividad productiva y comercial empresarialmente seria y responsable, comprometida e identificada con el ambiente y el ser humano. Bajo estos preceptos y consideraciones, no cabe duda de que la tecnología representa una herramienta fundamental para lograr el incremento de la productividad, la rentabilidad, el valor agregado y la competitividad de la agricultura costarricense.

El reto y la preocupación de los sectores productivos, en este caso el cañero-azucarero, es y ha sido históricamente como crecer y mejorar de manera sostenible sus índices de productividad, producción, rentabilidad y competitividad de manera armónica con el ambiente. Esta válida pretensión conduce circunstancialmente a la incorporación, adaptación y empleo de tecnologías productivamente muy eficientes, pero muchas veces degradantes e impactantes negativamente para los ecosistemas y el medio ambiente.

Resulta por ello destacable, como siendo consecuentes con los principios de la *Producción + Limpia*, la agroindustria azucarera ha incorporado, desarrollado y consolidado desde hace mucho tiempo, tecnologías que contribuyen de manera importante y positiva con el medio ambiente, como acontece con el Control Biológico de Plagas, los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y más recientemente los esquemas productivos sustentados en elementos conceptualizados dentro del Manejo Integrado de Plantaciones como estrategia genérica, entre otras.

Hay plena concordancia y coincidencia con lo manifestado por SALAZAR y CHAVES (2007) al señalar con buen criterio, que “*la temática ambiental ha dejado de ser un lujo y un asunto exclusivamente ideológico de unos pocos, para pasar a constituirse en una*

seria preocupación política mundial que también opera de manera determinante, positiva y negativamente, dentro del campo de la economía y los negocios”.

OBJETIVO

El objetivo principal del presente documento es comentar, reflexionar y exponer respecto a la iniciativa y surgimiento del esfuerzo desarrollista y emprendedor promovido por parte de la agroindustria azucarera costarricense, en torno al tema del control de plagas mediante el empleo de tecnologías limpias fundamentadas en el Control Biológico de Plagas y el Manejo Integrado de Plantaciones. Asimismo, sugerir elementos que podrían ser importantes para la construcción de una agenda ambiental nacional.

MEDIO AMBIENTE Y SECTOR AZUCARERO

La agroindustria vinculada directamente con la caña de azúcar se considera una actividad productiva fundamental y estratégica para el país, debido a que permite la integración y articulación de cadenas productivas, favorece la generación de divisas, riqueza y empleo, constituye además el modo de subsistencia de muchas comunidades rurales y pequeños agricultores (CHAVES SOLERA 2006).

El interés y la preocupación por la “*Producción Más Limpia*” no son ajenos al sector azucarero nacional, el cual en diferentes oportunidades y formas ha expresado su respeto y conciliación con los principios que dicha iniciativa profesa y procura (CHAVES y HERRERA 2006). La diferencia se encuentra muchas veces en la intensidad, profundidad y tiempo implicado en ejecutar los cambios deseados; esto por cuanto hay vinculados e implícitos asuntos de índole financiero, tecnológico, de oportunidad, capacidad y factibilidad comercial.

Son muchos los asuntos y más las acciones pragmáticas por medio de las cuales la agroindustria azucarera ha manifestado su convicción hacia el cambio positivo hacia una mayor conciencia ambiental y respeto al ecosistema. Cambios, ajustes y mejoras sustanciales en prácticas, labores y acciones se han venido ejecutando en forma sistemática y con intensidad variable en los campos agrícola e industrial (CHAVES y BERMÚDEZ 1999b; CHAVES y HERRERA 2006).

A partir de esta concepción se operan en el campo agrícola acciones específicas en materia de reducción en el uso de agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, fungicidas, nemátocidas, acaricidas, madurantes), todas operadas dentro de una política de racionalización y optimización en su empleo; eliminación de plaguicidas químicos y promoción del control biológico y etológico de plagas; control de enfermedades por medios genéticos mediante sustitución de variedades susceptibles; producción y cosecha de plantaciones en verde (sin quemar); tecnificación, mejoramiento y/o eliminación sistemática de la quema para y durante la cosecha; cosecha mecánica de plantaciones; control de erosión y compactación de suelos; siembras en contorno mediante uso de curvas a desnivel; producción con orientación a “*caña de azúcar orgánica*”; protección a fuentes acuíferas; control de la contaminación de aguas; aprovechamiento y generación de valor agregado a partir de residuos agroindustriales (cachaza, vinaza, cenizas, restos biomásicos); desarrollos forestales y vegetales complementarios;

promoción de cultivos asociados (frijol, maíz, maní); planificación de cosecha (momento, forma, capacidad, etc.); mejoras en las condiciones laborales del trabajador; incentivos al productor por entrega de materia prima de alta calidad; campañas de educación, capacitación, adiestramiento y orientación técnica, entre muchas otras (BERMÚDEZ 1997, 1998; BONILLA 2003; CORDOVÉS 2000; CHAVES 2001; CHAVES y BERMÚDEZ 1999a, 2006abcd; SÁENZ et al 2006a).

En el área industrial se vienen también operando de forma complementaria importantes mejoras en materia de: reducción y control de la contaminación de aguas; disminución en la emisión de humo y sólidos suspendibles al exterior; eliminación de la contaminación sónica; uso y recuperación de grasas y aceites menos contaminantes; reducción en las pérdidas de proceso inductoras de contaminación (jugo, azúcar, mieles); optimización en el empleo del agua y la energía; incorporación de protocolos integrales de calidad aplicados a los procesos de fabricación de azúcar; clara y decidida orientación hacia la calidad como instrumento de comercialización, entre muchas otras acciones actualmente ejecutadas por todos los 15 ingenios costarricenses activos.

Esas y otras acciones concretas y verificables se vienen ejecutando de manera diferencial en todos los ingenios y regiones productoras de caña de azúcar del país. Resulta cierto que la intensidad, profundidad y efectividad en las medidas aplicadas es variable, lo cual acontece por varias circunstancias entre las que están: monto de la inversión involucrada; capacidad y liquidez financiera real; apoyo financiero disponible; factibilidad y viabilidad tecnológica; momento y oportunidad comercial; interés, preocupación y conciencia ambiental de los involucrados; nivel de rentabilidad y competitividad de la actividad; ausencia de incentivos y facilidades de naturaleza institucional, sectorial o gubernamental, entre otros (SALAZAR y CHAVES 2007).

Resulta necesario señalar en este punto que *“no siempre lo deseable es lo posible”*, pues hay muchos asuntos que participan e intervienen en la decisión o no de incorporar una mejora o realizar un determinado ajuste tecnológico al proceso agroindustrial de producir caña, extraer su azúcar y aprovechar sus derivados. Muchas veces aunque se desee y tenga interés y plena conciencia de la necesidad de ejecutar los cambios, no es viable, posible ni factible realizarlos por razones y circunstancias como las anotadas y comentadas con anterioridad.

Toma mucho sentido en este punto lo oportunamente expresado por SALAZAR y CHAVES (2007), al manifestar que *“siendo consecuentes, realistas y objetivos, hay que reconocer que en materia ecológica no basta sólo con el noble sentimiento ético-ambiental de querer cambiar, modificar y ajustar los procesos degradantes, pues existen límites cuantitativos y cualitativos que también intervienen en ese deseo, sino que hay que financiera, social y tecnológicamente poder hacerlo en la práctica y en el entorno productivo y comercial actual. Esa es la realidad y sobre esa circunstancia se deben incuestionable y razonablemente fundamentar las acciones que en materia ambiental se desarrollen, sean estas políticas, legales, tecnológicas y/o financieras. Debe necesariamente ampliarse la concepción ambiental e integrar lo cualitativo con lo cuantitativo. Al fin de eso trata el Desarrollo Sostenible, sin importar la interpretación que de él se tenga, pues la validez está en su concepción y no en las palabras que lo identifican y definen”*.

EMPRESARIOS AZUCAREROS Y CONTROL BIOLÓGICO

Al igual que acontece con cualquier otro cultivo comercial o no, la caña de azúcar sufre naturalmente como vegetal el problema de ser atacada por numerosas plagas y enfermedades que afectan de manera diferencial y en intensidad variable su capacidad productiva potencial. En lo relativo a plagas es muy diversa la gama de géneros, especies y agentes biológicos que interaccionan naturalmente con el cultivo en nuestras plantaciones comerciales en todo el país, tal como se infiere del contenido del Cuadro 1, donde se identifican y destacan las plagas insectiles más importantes por sus efectos existentes y reportados en el país.

El cultivo de la caña de azúcar reporta ataques por causa de diversos agentes y vectores cuyo grado de severidad depende del estado de desarrollo del cultivo, la vigorosidad de la planta, la variedad sembrada, la condición fitosanitaria de la plantación, la época del año por fenología de las plantas, el estadio de la plaga y las condiciones edafoclimáticas prevalecientes, entre otras, siendo las más importantes por antecedente e impacto las plagas insectiles, los ácaros y los roedores. A nivel de raíz se han verificado ataques de Jobotos, Gusano Alambre, Chicharras y Taltuzas; en las cepas de la planta por causa del Barrenador Gigante, mientras que el tallo se ve deteriorado por causa de Barrenadores, Taladradores y Ratas de campo; en las hojas entanto se tiene la presencia de Salivazo, Chinche de Encaje, Cigarrita y el Gusano Medidor.

En lo particular y con base en la experiencia costarricense, se han identificado y reportado mayoritariamente 17 géneros de Insectos, 2 de Roedores y uno de Ácaros provocando daños importantes al cultivo (Cuadro 1). En el caso de los Insectos taxonómicamente se ubican en 5 Órdenes y 12 Familias, siendo 22 las Especies identificadas como más importantes, lo que dimensiona la magnitud del problema para el productor (FERNÁNDEZ 1960; ALPÍZAR 1983; BADILLA 1994; SALAZAR et al 2006; SALAZAR y CHAVES 2007; SALAZAR y ALVARADO 2008; SALAZAR 2008).

Para su control efectivo y eficiente, algunas plagas requieren por causa de la dificultad para combatirlas, de la densidad y dinámica de sus poblaciones, la intensidad y magnitud de sus ataques y, sobre todo, por los efectos detrimentales (productivos y económicos) que provocan sobre las plantaciones, de importantes y significativas inversiones en materia de recursos humanos, tecnológicos, insumos y equipos para procurar contrarrestarlas.

Las plagas vertebradas como la Rata Cañera del género *Sigmodon hispidus* y las Taltuzas del género *Orthogeomys spp*, son buenos ejemplos de plagas difíciles de contrarrestar en las plantaciones de caña donde atacan, en razón de sus grandes poblaciones y dinámica de movilización en el campo.

La preocupación del empresariado costarricense vinculado a la agroindustria azucarera por combatir los ataques destructivos provocados por las plagas, trasciende casi hasta los mismos inicios de la actividad productiva con orientación, objeto y fin comercial, motivo por el cual el uso de plaguicidas químicos dominó por muchos años como tecnología efectiva para realizar el control de las plagas.

CUADRO 1.

Identificación de plagas insectiles que atacan la caña de azúcar reportadas en Costa Rica.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN	DAÑOS OCASIONADOS	CONTROL
LEPIDOPTERA	CRAMBIDAE	Barrenador Común del Tallo	<i>Diatraea</i> spp.	Todo el país	Perfora y hace túneles, provoca el síntoma de "corazón muerto" en tallos jóvenes; los tallos se quiebran; En las galerías se desarrolla la "podrición roja del tallo" que produce la inversión de sacarosa. Ingreso al tallo de plagas secundarias.	Parasitoides <i>Cotesia flavipes</i> ; cultural; variedades
	CASTNIIDAE	Barrenador Mayor del Tallo	<i>Castnia licus</i>	Valle Central, San Carlos	Se aloja en la cepa, produce la muerte del retoño (corazón muerto); volcamiento del tallo.	Preventivo; cultural; <i>B. bassiana</i> ; <i>M. anisopliae</i>
	PYRALIDAE	Barrenador Menor del Tallo	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Todo el país	Muerte de meristemo apical del retoño (corazón muerto); puede eliminar la cepa.	Preventivo; riego; feromonas; <i>B. bassiana</i>
	COLEOPHORIDAE	Barrenador Menor	<i>Blastobasis graminiae</i>	Valle Central, Región Sur	Galerías en el tercio superior del tallo, pudiendo ocurrir en parte inferior. Daños en el extremo de la porción pical la planta puede morir. Galería irregulares. Nunca más de dos entrenudos. Propagación con la semilla en estadio de larva y crisálida.	No hay control. Algunos enemigos naturales podrían mantener baja las poblaciones.
	NOCTUIDAE	Falso Medidor	<i>Mocis</i> sp.	Todo el país	Defoliación de las hojas al alimentarse de la lámina foliar, dejando únicamente la nervadura central.	Cultural; <i>B. thurigiensis</i> ; químico; depredadores
		Cogollero	<i>Spodoptera</i> spp.	Todo el país	Se alimenta del cogollo provocando retardo del crecimiento. En plantas jóvenes puede cortarlas en la base.	Cultural; <i>B. thurigiensis</i> ; químico
COLEOPTERA	SCARABAEIDAE	Joboto, Gallina Ciega	<i>Phyllophaga</i> spp.	Guanacaste, Puntarenas, Pérez Zeledón	Se alimenta de la raíz evitando que la planta absorba los nutrientes y agua.	Cultural, Físico, Químico, Etológico y Biológico
		Escarabajo de la Caña	<i>Euethola humilis</i>	Regiones con condiciones de sequía y suelos pobres (Santa Eulalia, Balsilla, Los Chiles)	Larvas y adultos barrenan y cortan los tallos y brotes jóvenes un poco por debajo de la superficie del suelo; retraso en el crecimiento. Pueden dañar la semilla recién sembrada.	Poca información, Cultural, Biológico
	CURCULIONIDAE	Picudo de la Caña	<i>Metamasius hemipterus</i>	Todo el país	Se alimenta de los esquejes de la semilla afectando su germinación. Afecta tallos molderos. Las larvas hacen galerías por las que penetran hongos que causan pudrición.	Prevención, Cultural, Varietal; Biológico, Físico, Etológico.
HETEROPTERA	TINGIDAE	Chinche de Encaje	<i>Leptodictya tabida</i>	Pisos altitudinales desde los 0 a 1300 msnm	Las colonias viven en el envés de las hojas de la parte media del tallo hacia abajo. Se alimentan de la savia y con sus piquetes causan manchas irregulares de colores amarillo cenizo, café rojizo y negras. Los síntomas son más claros durante la época de seca.	<i>Beauveria bassiana</i>
ORTHOPTERA	ACRIDIDAE	Langosta Voladora	<i>Schistocerca gregaria</i>	Guanacaste	Se alimenta del follaje dejando únicamente la nervadura central	Cultural, Biológico
HOMOPTERA	CERCOPIDAE	Salivazo, Baba de Culebra, Palomilla	<i>Aeneolamia</i> spp. <i>Prosapia</i> spp. <i>Zulia</i> sp.	Guanacaste, Pacífico Central y San Carlos	Se alimentan de la savia provocando la muerte del tejido foliar por obstrucción vascular. Ataques severos en estado joven de la planta puede provocar la muerte.	Cultural, Físico, químico y Biológico (<i>M. anisopliae</i>)
	DELPHACIDAE	Cigarrita Antillana	<i>Saccharosydne saccharivora</i>	Todo el país	Succiona la savia por el envés de la hoja limitando el desarrollo de esta. Indirectamente ocasiona la aparición de fumagina lo que interfiere en los procesos fotosintéticos y de transpiración.	Físico, químico. Biológico (<i>M. anisopliae</i>)
		Saltahojas, Chicharrilla de la Caña de Azúcar	<i>Perkinsiella saccharicida</i>	San Carlos	Succiona la savia de las hojas. Lesiones producidas por la oviposición en la nervadura central de la hoja. Fumagina.	Biológico (<i>M. anisopliae</i>) y otros enemigos naturales. Insecticidas. Manejo adecuado del cultivo
	CICADIDAE	Chicharra	<i>Proana invaria</i>	San Carlos	Las ninfas se alimentan del sistema radical provocando la muerte de la cepa.	Trampas de luz, Recolección de huevos, Prácticas culturales
ACARI	ERIOPHYIDAE	Acaro de la Caña de Azúcar	<i>Abacarus sacchari</i>	Todo el país	Se alimenta de la epidermis de la hoja ocasionando manchas cloróticas en ambas caras de la hoja tornándose de color rojizo (bronceado). Causa enrollamiento de la hoja terminal donde se localizan las mayores poblaciones	No se tienen referencias, aunque una opción puede ser el uso de productos acaricidas o azufrados.

FUENTE: SALAZAR (2008)

En un principio, los plaguicidas parecían por efecto, costo y antecedente ser la solución definitiva, permanente y rentable al problema provocado por las plagas; sin embargo, su efectividad inicial fue con el tiempo en disminución, requiriéndose cada vez más aplicaciones, nuevos productos con moléculas más fuertes y por tanto de mayor toxicidad, mayor persistencia del efecto en el campo, empleo de nuevos y más sofisticados equipos y técnicas de aplicación, mayores cuidados en su manipulación con el objeto de que las pérdidas de rendimiento y calidad no aumentaran. Se evidenció también algún desarrollo de tolerancias a los químicos por parte de algunos insectos. La

situación vivida por el sector azucarero fue similar a la acontecida en la agricultura nacional y mundial en general.

Ante esta realidad y en perspectiva con el cambio que venía gestándose en el contexto productivo de la agricultura mundial, como respuesta y reacción a la *Revolución Verde* manifestada en torno al uso excesivo e irracional de plaguicidas, surge como respuesta la iniciativa tecnológica del **Manejo Integrado de Plagas (MIP)**, fundamentada en el recuento de plagas y determinación del nivel de daño empleando el criterio de **Umbrales Económicos** con el fin de reducir y racionalizar las aplicaciones de plaguicidas durante los periodos críticos del cultivo (PERKINS 1982; KOGAN 1998).

El principio sobre el que se sustenta y fundamenta el MIP contiene elementos Bióticos y Abióticos que se asocian con el conocimiento ecológico que se tenga de las plagas en su acepción más amplia (insectiles, enfermedades, malezas, etc.), su ciclo natural de vida, la influencia que mantienen los factores ambientales, del clima y biológicos sobre la dinámica de poblaciones; también tiene que ver con las etapas fenológicas críticas del cultivo, las diferencias entre variedades y la relación que se establece entre las variables daño/rendimiento.

La concepción del MIP ha permitido incorporar con el tiempo nuevos conocimientos, elementos y criterios que superan el simple uso racional de plaguicidas sintéticos, generando inclusive versiones diferentes. Se estima por parte de algunos autores que el MIP debe avanzar y procurar sustituir los plaguicidas sintéticos por insumos biológicos complementados con prácticas de cultivo (uso de enmiendas, diversificación, rotación, coberturas vegetales, etc.) más benéficas y contributivas para el medio ambiente y el ser humano (ALTIERI 1999). El control de plagas mediante el empleo de agentes biológicos que actúan en la naturaleza bajo la figura de “enemigos” y aplicados a la filosofía de “*la naturaleza controlando la naturaleza*”, ha tenido bastante éxito, como puede demostrarse hoy día con el empleo del control biológico.

CONTROL BIOLÓGICO EN DIECA

La decisión de incursionar en el tema del control biológico de plagas en el sector azucarero, correspondió ejecutarla hace ya varias décadas a empresarios visionarios y valientes, dotados de gran conciencia y responsabilidad empresarial y ambiental, quienes informados y convencidos de las grandes posibilidades que potencialmente ofrecía esta nueva forma “*inteligente*” de hacer las cosas, no dudaron en dar el apoyo financiero, administrativo y logístico necesario para iniciar con la implementación y desarrollo operativo de la iniciativa. Había también conciencia del enorme riesgo que tal decisión por su naturaleza implicaba, no sólo en el aspecto financiero involucrado sino también en el productivo, virtud de que el problema con las plagas es como ya se anotó histórico.

Fue así como se propuso, se analizó y valoró, se discutió en todos los ámbitos (técnico, financiero, sectorial, institucional, dirigencial), se arriesgó y se ejecutó; esa fue la ruta crítica seguida hasta llegar al feliz término de tener hoy totalmente consolidada la iniciativa del control biológico de plagas, no sólo en el aspecto técnico, sino principalmente en el cultural al haber el productor de caña adoptado este método de control como suyo, lo que resulta gratificante en consideración de que se demostró que lo que parecía en principio “*una aventura, un ideal tecnológico y un sueño de unos*

pocos agrónomos”, como lo calificaron algunas personas en esa época, era posible llevarlo a la realidad con resultados satisfactorios.

Es claro que aquí participaron varios elementos de diferente naturaleza que una vez integrados, articulados y coordinados dieron el resultado positivo hoy conocido, entre los cuales pueden citarse los siguientes:

- El problema
- Un entorno cambiante y con fuerte visión y tendencia ambiental
- Una iniciativa tecnológica disponible
- La capacidad de convencimiento
- La disposición y credibilidad empresarial superior
- La decisión
- La capacidad y la eficiencia ejecutoria
- Los resultados alcanzados
- La sostenibilidad tecnológica y financiera

Resultaba obvio pensar ubicándonos en el contexto productivo, institucional, tecnológico y financiero de la época cuando todo inició (finales de la década de los años 70 e inicios de los 80), que el pretender implementar una iniciativa tecnológicamente nueva aún en ciernes, sin mayores antecedentes conocidos y muy onerosa en su implementación y desarrollo, aplicada además en un cultivo altamente tradicional y hasta rústico, relativamente poco tecnificado en su componente agrícola, como era el caso de la caña de azúcar, resultaba una verdadera aventura.

No debemos ni podemos desconocer tampoco, que eran épocas donde como ya se comentó, el empleo de los plaguicidas sintéticos se encontraba en apogeo y era vista como la forma más económica pero sobre todo efectiva de controlar las plagas e incrementar la productividad. Estaba arraigada en la mente de técnicos y agricultores, una tecnología fundamentada en los agroquímicos que contaba además con toda la infraestructura y la organización comercial e institucional (inclusive la academia) a su alrededor, que la promovía e impulsaba. El mensaje técnico como herencia de la *“Revolución Verde”* giraba en torno a la idea de que *“el mejor control lo daba el producto que más mataba y cuyo efecto era más persistente y perdurable en el medio”*. Esto colocaba dos elementos básicos como requisitos previos y obligados para los productos empleados para ejercer un buen control: a) mayor toxicidad y b) más residualidad; lo que hoy sabemos resulta cuestionable y se procura evitar. El entorno era en definitiva muy diferente y sustentado, como se indicó, en el uso de los agroquímicos.

El valor y la grandeza de la decisión de que el sector azucarero costarricense pensara pero sobre todo actuara diferente, esta precisamente en eso, en romper los paradigmas tradicionales consolidados y arraigados del momento, y apostara en reorientar y enfocar sus esfuerzos tecnológicos y productivos hacia algo nuevo, algo que sólo estaba en los textos universitarios y en la mente de algunos pocos soñadores, como era el control de las plagas empleando agentes de naturaleza biológica.

La coyuntura nacional y muy particular la de la agroindustria azucarera costarricense y mundial, permitió sin embargo, que fuera posible *“abrir la mente al cambio, analizar otras alternativas potenciales de solución disponibles y decidir al final echar a caminar la iniciativa del control de plagas mediante el empleo de agentes biológicos”*; decisión

en la cual operaron las razones y circunstancias anotadas y puntualizadas anteriormente como se explicará seguidamente.

Había a nivel productivo agrícola un serio problema de plagas que atender y resolver con carácter prioritario, el cual años antes y pese a que se conocía, nunca se había dimensionado en cuanto a su impacto productivo y económico, lo que quedó evidenciado una vez que se realizaron monitoreos, evaluaciones y estimaciones de campo, las cuales demostraron que las pérdidas que algunas plagas estaban induciendo resultaban excesivas y era por tanto un buen negocio el reducirlas, minimizarlas y de ser posible eliminarlas. El problema y su impacto fueron así evidenciados, reconocidos y valorados.

Existía en otro ámbito una serie de esfuerzos que se desarrollaban a nivel regional y continental en materia de control de plagas por vías no convencionales, que algunos países y sectores cañeros venían investigando y promoviendo comercialmente con relativo éxito. Eran conocidas las acciones que se desarrollaban en México por el recordado Instituto para el Mejoramiento para la Producción de Azúcar (IMPA), el PLANALSUCAR de Brasil, el USDA de los EUA en su Estación Experimental de Canal Point (Florida), lo mismo por GEPLACEA con sede en México, el Belice Sugars Industries Ltd., el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cuba (INICA); así como actividades de investigación desarrolladas en Venezuela, Perú y Colombia en la misma orientación. Eran tiempos de cambio donde la agricultura y consecuentemente los sectores azucareros buscaban incorporar ajustes profundos en los esquemas tradicionales de producción de caña y fabricación del azúcar. El entorno productivo agroindustrial estaba cambiando lentamente hacia el empleo de tecnologías ambientalmente más armoniosas y menos degradantes como estrategia competitiva, lo que demandaba como medida inmediata la reducción, eliminación y uso racional y óptimo de los agroquímicos de alta toxicidad y persistencia en el medio.

En Costa Rica se venía investigando muy sutil y superficialmente en la materia y utilizando comercialmente en algunos cultivos como el algodón, agentes biológicos como *Trichogramma* spp. para realizar el control de plagas, lo que despertó el interés de otras actividades productivas donde el problema con patógenos y plaguicidas era serio y había limitantes para realizar un control químico efectivo y eficiente. Esto acontecía en cultivos como la caña de azúcar por razones topográficas limitantes, de tenencia de la tierra (partición de fincas), interés, disponibilidad de equipos adecuados (aéreos, terrestres), efectividad del producto aplicado, riesgos y temores implícitos, motivos de salud pública (contaminación), presión de grupos organizados, etc. Puede asegurarse que existía una tecnología de carácter biológica capaz potencialmente de controlar las plagas que era en teoría efectiva y venía en franco desarrollo investigativo y comercial.

Lo cierto del caso es que existían algunos pocos antecedentes nacionales exitosos en varios cultivos (*Trichogramma* spp. en algodón y control de la mosca de la fruta) y evidencias internacionales positivas con la caña de azúcar, que motivaban a incursionar en la nueva iniciativa biológica. Recordando los inicios y siendo justo con los precursores y motivadores de la idea del control biológico en el sector azucarero, no puede ignorarse que fue el **Ing. Agr. Isaac Solís Molina**, destacado funcionario entomólogo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), quién venía desarrollando una interesante labor de investigación, validación y motivación en las plantaciones de caña de azúcar empleando diversos agentes de control biológico, la cual

formaba parte de las acciones que la Sección de Caña de ese Ministerio ejecutaba en el campo tecnológico con la colaboración del Ingeniero Franklin Aguilar Quirós y la dirección del Ing. Agr. Carlos (Momo) Ramírez Rodríguez (CHAVES 2001b).

Es el 25 de mayo de 1982 cuando el sector privado representado en LAICA, aprueba (*Sesión de Junta Directiva N° 939, Artículo X*) la creación de la **DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (DIECA)**, con fundamento en los términos legales establecidos en los incisos J y P del Artículo 14 de la antigua Ley N° 3579 de noviembre de 1965. Las labores técnicas de DIECA se inician a partir del día 01 de agosto de 1982 (CHAVES 1999).

La creación de DIECA fue promovida, apoyada y contó en todo momento con la amplia colaboración del Estado, el cual a través del MAG suscribió un Convenio de Cooperación Técnica con LAICA, que se inició en lo operativo con la creación misma de la institución en el año 1982, aunque se firmó oficialmente hasta el 19 de junio de 1984 y operó hasta el 31 de diciembre de 1994, para una duración de 13 años operativos continuos y 10 legales. Dicho convenio permitió la asignación y el traslado horizontal de funcionarios de ese Ministerio a LAICA, el desarrollo de proyectos conjuntos, la exoneración de impuestos en materia de inversiones (equipos, vehículos), la asignación y uso de terrenos y equipos en Estaciones Experimentales, el empleo de laboratorios, la prestación de facilidades en publicaciones técnicas y la capacitación técnica del personal, entre otras importantes ventajas.

Con la creación de DIECA en 1982 se priorizan necesidades y acciones e inicia un amplio y específico Programa de Investigación, Asistencia Técnica y Transferencia de Tecnología en el campo de la caña de azúcar operado por regiones, el cual permitió atender de manera puntual problemas prioritarios y desarrollar iniciativas como el control biológico, que se atendían antes de manera muy superficial y casi artesanal. Es a partir de este momento cuando la experiencia, la capacidad profesional, el entusiasmo, la convicción, el liderazgo y el mensaje del ingeniero Solís Molina son escuchados y atendidos. En DIECA se inicia una interesante labor investigativa aún activa y en franca evolución hoy día, virtud de que no acaba, en el tema del control biológico y etológico, la cual fue liderado en un principio por el Ing. Solís Molina que encuentra eco y pronto se pone en práctica. Se contaba así con un entusiasta interlocutor que motivaba y promovía la nueva iniciativa para controlar las plagas por la vía natural biológica.

Asegura CHAVES SOLERA (2001b) al respecto, que “*Como hecho relevante de DIECA, cabe citar los importantes avances que se han logrado en el control biológico e integrado de plagas de la caña, los cuales se fundamentaron en la gestión pionera y visionaria que desarrollara el Ing. Agr. Isaac Solís Molina (Chiqui), profesional que se adelantó a los tiempos, puesto que esa vía de control de las plagas se aplicó comercialmente hasta luego del primer tercio de la época de los ochenta con la creación de DIECA*”.

En contrapartida la agroindustria contó en LAICA en ese momento coyuntural con un cuerpo dirigencial visionario, de mente abierta dispuesto a introducir cambios y a generar con la creación de la nueva instancia institucional (DIECA), nuevas formas de hacer mejor las cosas. Cabe destacar la importante labor de orientación y liderazgo ejercida por el Ing. Agr. Nelson Morera Alfaro, quién fuera su primer director (1982-1988); labor continuada y complementada por el Ing. Agr. Antonio Ruiz Melendez

(1988-1990). La Dirección Ejecutiva de LAICA estaba por su parte a cargo del Lic. Adolfo Shadid Chaina, secundado por empresarios y personas de la talla del Ing. Agr. Julián Mateo Herrero, el Lic. Rodrigo Arias Sánchez, el Ing. Agr. Ricardo Bonilla Aguilar, don Rodolfo Salas Salas, don Arturo Rojas Vega y el Lic. Randall García Golcher, entre otros. Por parte del Estado (MAG), profesionales como los ingenieros agrónomos Álvaro Cordero Rojas, Willy Loría Martínez, Jorge Torres Hernández, el Dr. Hernán Fonseca Zamora y el Lic. Francisco Morales Hernández también marcaron pauta en la decisión. Se contó en este trascendental e histórico momento coyuntural con empresarios, dirigentes y funcionarios visionarios y emprendedores que aceptaron y arriesgaron sin reparo apoyar logística y financieramente el desarrollo del control biológico como medida para combatir las plagas en el cultivo, lo que fue incuestionablemente determinante para su éxito.

Contando con todos esos elementos a favor, se tomó la sabia decisión a nivel dirigencial (LAICA-DIECA-MAG) de desarrollar acciones en el campo del control biológico de plagas, para lo cual se inició una labor de investigación en varias áreas de interés y necesidad hasta consolidar en relativamente poco tiempo la tecnología.

Los inicios no fueron sencillos ni tampoco fáciles, pues debieron evaluarse y resolverse muchos aspectos vinculados tanto con las plagas como con los agentes con potencial de control, entre los que destacan los siguientes: a) con la plaga: dinámica de poblaciones, distribución nacional del patógeno, impacto productivo, ambiental y económico, evaluación e interpretación del nivel de infestación y daño, variedades susceptibles y/o tolerantes, identificación de géneros y especies taxonómicas presentes, búsqueda e identificación de enemigos naturales potenciales, respuesta técnico-económica de los plaguicidas; b) con el control: agentes biológicos controladores potenciales, grado de adaptabilidad, eficiencia de control, dinámica de poblaciones, facilidad y eficiencia para su reproducción en el laboratorio, dietas disponibles y necesarias (composición), condiciones para la reproducción óptima (temperatura, luz, humedad, etc.), ciclo reproductivo, substrato idóneo para reproducción (sólido, líquido), definición de protocolos de producción y control, estrategia de transporte y distribución en el campo (puntos, contenedor, momento, etc.), cantidad a aplicar (dosis), costo y relación beneficio/costo (financiera-ambiental), evaluaciones de control y sus indicadores, registros y asuntos legales vinculados (registro), infraestructura y equipos requeridos, sostenibilidad de la estrategia y valoración del grado de aceptación por parte de los productores, entre muchos otros aspectos que fue necesario resolver de manera integral y balanceada.

La forma profesional en que se operó y desarrolló la iniciativa resultó al final satisfactorio y rápidamente empezó a generar resultados positivos que fortalecieron su apoyo y le hicieron ganar adeptos. La capacidad y la eficiencia ejecutoria a nivel funcional e institucional, así como los resultados generados fueron satisfactorios lo que promocionó y aseguró el apoyo sostenido a la iniciativa biológica.

ANTECEDENTES PRODUCTIVOS

La vinculación y los antecedentes del programa de control biológico desarrollado por el sector azucarero se inician con la creación misma de DIECA en el año 1982, retomando la idea y los resultados que ya se venían desarrollando de manera muy limitada en el

MAG, todo como se anotó, bajo el liderazgo, dirección y visión del Ing. Agr. Isaac Solís Molina, secundado perfectamente en un principio y acrecentado posteriormente por los ingenieros Francisco Badilla Fernández, Ana Iris Solís Soto y Carlos Sáenz Acosta, quienes en poco tiempo le imprimieron nuevo impulso, dinámica e identidad propia al programa.

Cabe destacar como apuntara CHAVES SOLERA (2001b) en referencia histórica al tema “*La labor del Ing. Agr. Solís Molina fue continuada con gran acierto y capacidad por los ingenieros agrónomos Francisco Badilla Fernández, Ana Iris Solís Soto, Carlos E. Sáenz Acosta y María Isabel Chan Wong, José Daniel Salazar Blanco y Alejandro Rodríguez Morales.*”. Es a ellos a quienes se debe en alto grado el éxito logrado. Hoy día los laboratorios están a cargo del Ing. Agr. José Daniel Salazar.

El programa de control biológico se inició en DIECA orientado a procurar controlar la plaga que por mucho tiempo venía provocando, como se había verificado y demostrado en el campo, mayores pérdidas a la agroindustria azucarera nacional, como acontecía con el Taladrador o Barrenador Común del Tallo (*Diatraea spp*). El impacto más fuerte se daba particularmente a las plantaciones ubicadas en la zona media-alta superior a 800 msnm, entre las cuales se encontraban los cantones de Alajuela, Atenas, Grecia, Naranjo, Valverde Vega, San Ramón, pertenecientes al Valle Central Occidental; Jiménez (Juan Viñas), Alvarado (Cervantes, Pacayas), Paraíso, Turrialba (San Juan, Santa Cruz) y Cartago al Valle Central Oriental; Santa Bárbara de Heredia y la Zona Alta de San Carlos, entre otros, que en ese entonces producían caña destinada a la fabricación de azúcar (DIECA 1983ab; FERNÁNDEZ 1960).

El programa inició estableciendo como prioridad inmediata identificar el agente biológico de control más efectivo, mejor adaptado y con mayor movilización en nuestras condiciones naturales de producción agrícola y, que presentara a su vez, la mayor facilidad posible para su reproducción en el laboratorio, para lo cual se evaluaron diversas “*opciones biológicas*” que en ese entonces se venían trabajando con algún grado de éxito a nivel regional y mundial, entre las cuales se introdujeron y valoraron en el país las especies Taquínidas (moscas) conocidas como: *Metagonistylum minense*, *Paratheresia claripalpis*, *Lixophaga diatraea*, como también el Himenóptero (avispa) *Apanteles flavipes* el cual se reclasificó posteriormente a *Cotesia flavipes*.

Los estudios y las evaluaciones de campo y laboratorio evidenciaron comportamientos diferentes entre especies biológicas, las cuales fueron afectadas por factores del entorno como la temperatura, la precipitación, el viento, la humedad ambiente, la altitud, etc., encontrándose al final que el parasitoide *Apanteles flavipes* era el de mejor condición y resultados, motivo por el cual se adoptó como agente de control oficial por parte de DIECA para combatir la *Diatraea* (BADILLA y SOLÍS 1984; BADILLA, SOLÍS y SOLÍS 1984; BADILLA 1985).

La fase de organización institucional, investigación básica y aplicada, definición de protocolos, adquisición de equipos, adecuación de la infraestructura (salas), capacitación y adiestramiento del personal involucrado conllevó algún tiempo hasta lograr consolidar su etapa de reproducción comercial, la cual en el caso de las avispas (*C. flavipes*) se inicio de manera importante a partir del año 1984 (DIECA 1984, 1985). En el caso de los hongos entomopatógenos, particularmente del género *Metarhizium anisopliae*, se inició en 1989 para luego ampliarse al género *Beauveria bassiana*.

Los resultados empezaron pronto a generarse y sirvieron como insumo para generar la curva de aprendizaje que sobre el tema se dio, como lo reportaron BADILLA (1986ab), BADILLA, SOLÍS y ALFARO (1991); BADILLA, SÁENZ y CHAN (1995).

Resulta valioso para comprender mejor la realidad coyuntural del momento, citar textualmente lo señalado por BADILLA, SOLÍS y ALFARO en el año 1991 en relación a diversos aspectos del tema, al expresar que “*Fernández (1960) encontró que las especies del género Diatraea, eran las de mayor importancia económica en Costa Rica y que oscilaban entre 54-61% del total de la población de insectos plagas en el cultivo de la caña de azúcar. Badilla y Solís (1984a,b) encontraron que D. tabernella era la especie más importante y de mayor distribución entre las plagas que atacaban el cultivo. La aplicación de insecticidas para el control del barrenador en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica, es imposible por el alto costo, y el elevado número de generaciones de la plaga por año (4 ó 5 en cañas anuales, y más de 5 en cañas bianuales), además de las condiciones topográficas adversas para la utilización de equipo terrestre y aéreo necesario en este tipo de control.*

En Costa Rica, un estudio de los enemigos nativos de Diatraea, reveló que el porcentaje de parasitismo natural era muy bajo, y no ejercía un control económico de la plaga (Badilla, 1986a; 1986b). Debido a esto y al daño que estaban ocasionando los taladradores de la caña, la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), decidió importar las moscas taquínidas: Paratheresia claripalpis, Metagonistylum minense, Lixophaga diatraea y el parasitoide anteriormente conocido como Apanteles flavipes (Hymenoptera: Braconidae), reclasificado posteriormente como Cotesia flavipes. Este parasitoide se cree que es originario de la India y ocurre en forma endémica en el sudeste del continente asiático y Australia, parasitando barrenadores del tallo de las familias Pyralidae y Noctuidae.”

En el Cuadro 2 se exponen con fines informativos los antecedentes productivos correspondientes al periodo de 25 años continuos, transcurridos entre el periodo 1984-2008, en los cuales se han reproducido 599 millones de adultos del parasitoide *Cotesia flavipes*, siendo liberados en el campo aproximadamente 535 millones en 24 años de labor, tanto en las plantaciones de Costa Rica como en México y Centroamérica, lugares a donde han sido exportadas avispa; todo para un promedio anual de 24 millones. Se estima que la cobertura de área total ha sido en este caso de aproximadamente 61.433 hectáreas para una media de 2.560 has anuales.

Destaca en materia de avispa el ritmo de producción creciente y sostenido que se mantuvo por mucho tiempo, con una severa caída entre los años 2000 y 2005 como lo demuestra la Figura 1, la cual aconteció por contaminación bacteriana en el laboratorio y por causa del impacto que provocó posteriormente una seria contaminación inducida por Microsporidios (*Protozoario*), que implicó reducir el nivel de producción al mínimo para proceder con la limpieza y recuperación sistemática del mismo. La producción de los últimos tres años ha sido “record” al superar los 41 millones de insectos.

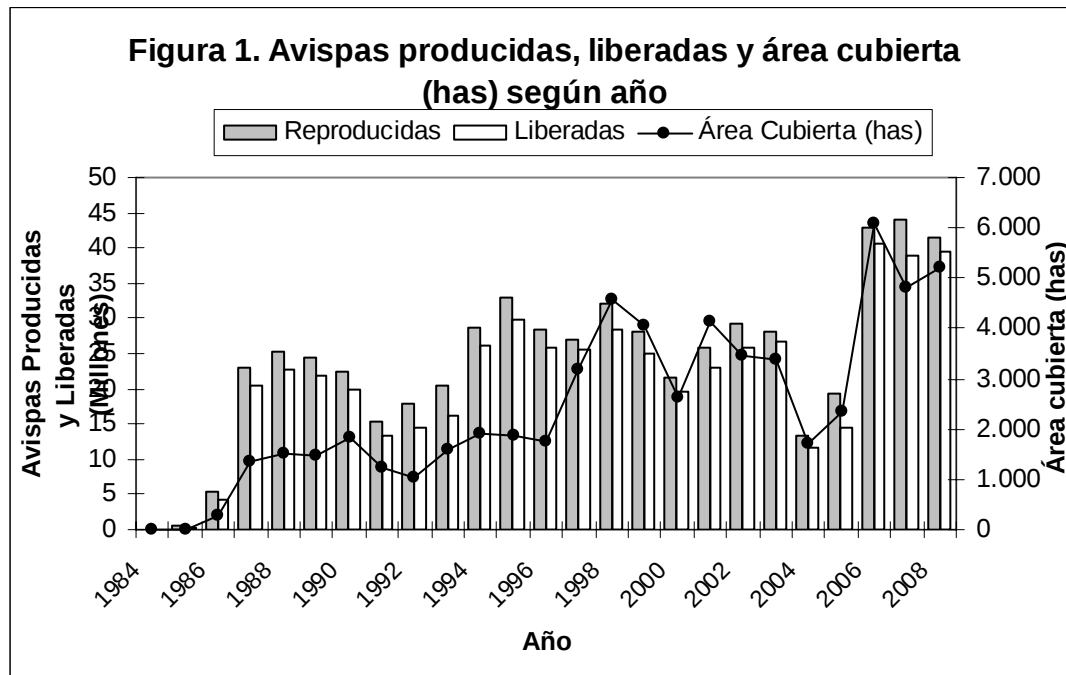
La diferencia entre avispa reproducidas y liberadas se debe a que no todo el material biológico disponible en el laboratorio es liberado en el campo (o exportado), pues parte del mismo debe quedar como material básico de reproducción (pie de cría) y como inventario para cubrir el año que inicia. La variación histórica entre lo que se reproduce y libera esta entre 50 y 95% para un promedio del 86,73% en los 24 años reportados.

Asimismo, se infiere de los datos anotados en el Cuadro 2 altas Tasas de Crecimiento Anual del 40,8% y 23,2% aplicando el Modelo Geométrico para las avispas reproducidas y liberadas, respectivamente; lo cual implicó altos grados de variación evidenciados por índices de Desviaciones Estándar importantes de 11,3 y 9,9 millones de unidades, lo cual se expresó estadísticamente en Coeficientes de Variación también muy altos (47,3 y 44,3%) entre las mismas. El aumento alcanzado en cuanto a área cubierta ha sido impresionante, cuya Tasa de Crecimiento Anual es del 26,8%, como igualmente se percibe e infiere en la alta variabilidad alcanzada por los indicadores estadísticos referentes.

CUADRO 2.
Cantidad de adultos del parasitoide *Cotesia flavipes* reproducidos, liberados y área (has) cubierta en Costa Rica. Periodo 1984-2008 (25 años).

AÑO	AVISPAS			ÁREA CUBIERTA (has)
	REPRODUCIDAS	LIBERADAS	%	
1984	8.020	---	---	---
1985	516.520	262.500	50,82	17,5
1986	5.398.447	4.319.000	80,00	287,9
1987	22.964.557	20.500.000	89,27	1.366,7
1988	25.165.865	22.810.000	90,64	1.520,6
1989	24.542.280	21.963.000	89,49	1.464,2
1990	22.584.840	20.007.000	88,59	1.832,1
1991	15.404.946	13.429.000	87,17	1.251,0
1992	17.985.660	14.612.000	81,24	1.050,0
1993	20.475.660	16.309.000	79,65	1.582,5
1994	28.767.450	26.053.500	90,57	1.928,6
1995	32.979.240	29.737.500	90,17	1.850,8
1996	28.522.500	25.902.000	90,81	1.756,0
1997	26.998.320	25.462.500	94,31	3.184,0
1998	32.086.380	28.283.000	88,15	4.557,6
1999	28.111.140	25.033.000	89,05	4.065,4
2000	21.503.820	19.528.000	90,81	2.611,1
2001	25.926.960	23.098.000	89,09	4.131,2
2002	29.354.940	25.733.500	87,66	3.476,5
2003	28.160.460	26.739.000	94,95	3.369,5
2004	13.312.650	11.675.250	87,70	1.691,0
2005	19.435.590	14.384.500	74,01	2.356,0
2006	43.011.810	40.500.500	94,16	6.085,9
2007	44.085.285	38.858.500	88,14	4.798,0
2008	41.455.876	39.431.000	95,12	5.198,5
TOTAL	598.759.216	534.631.250	2.081,6	61.432,6
PROMEDIO	23.950.368,64	22.276.302,08	86,73	2.559,69
DESVIACIÓN ESTANDAR	11.320.865,93	9.871.858,55	9,18	1.590,33
CV (%)	47,27	44,31	10,58	62,13
TASA (%) CRECIMIENTO	40,78	23,22	2,65	26,78

FUENTE: Departamento Entomología DIECA (2008).



El Cuadro 3 presenta por su parte el resultado alcanzado por el programa de hongos entomopatógenos en lo concerniente a la reproducción de conidios de los géneros *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, en forma continua durante los últimos 20 años (1989-2008); periodo en el cual se ha reproducido sobre sustrato de arroz un total de 408.653 kg (409 TM), que han permitido cubrir un área de caña aproximada estimada en 83.563 hectáreas (SALAZAR y CHAVES 2007). Lo anterior se vuelve significativo y relevante si tomamos en cuenta que los problemas de plagas no están presentes en toda el área cañera nacional ni son necesariamente constantes y permanentes en su ataque y daño.

La Figura 2 presenta gráficamente el comportamiento obtenido en ese periodo, en el cual se alcanzó en el año 2001 una producción considerada “record” de 41.163,2 kg aún no superada, cuando se hizo una exportación muy importante al Ingenio Pantaleón de Guatemala. Como se aprecia durante el 2008 se elevó la cantidad de hongo reproducida, lo cual va en función directa de las necesidades y compromisos de exportación y ventas nacionales que surjan.

En hongos entomopatógenos al igual que aconteció con las avispas se mantiene un alto grado de variabilidad histórica (20 años) en la reproducción en el laboratorio y aplicación en el campo, la cual reporta un promedio anual de producción de 20.433 kg, cuya Desviación Estándar ha sido de 11.716 kg para un Coeficiente de Variación del 57,34%. La Tasa de Crecimiento Anual se establece en un 14,03% lo que califica como muy alta. En cuanto al área de caña cubierta en el campo la Desviación se estima en 2.405 kg, para un Coeficiente de Variación del 57,55% y una Tasa de Crecimiento Anual del 12,33%, la que es alta y por tanto demostrativa del crecimiento y mejoramiento logrado en los índices de producción y productividad, sumados a la calidad del material reproducido.

CUADRO 3.
Producción anual de hongos entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae*
y *Beauveria bassiana*) reproducidos (kg) y área (has) cubierta.
Periodo 1989-2008 (20 años).

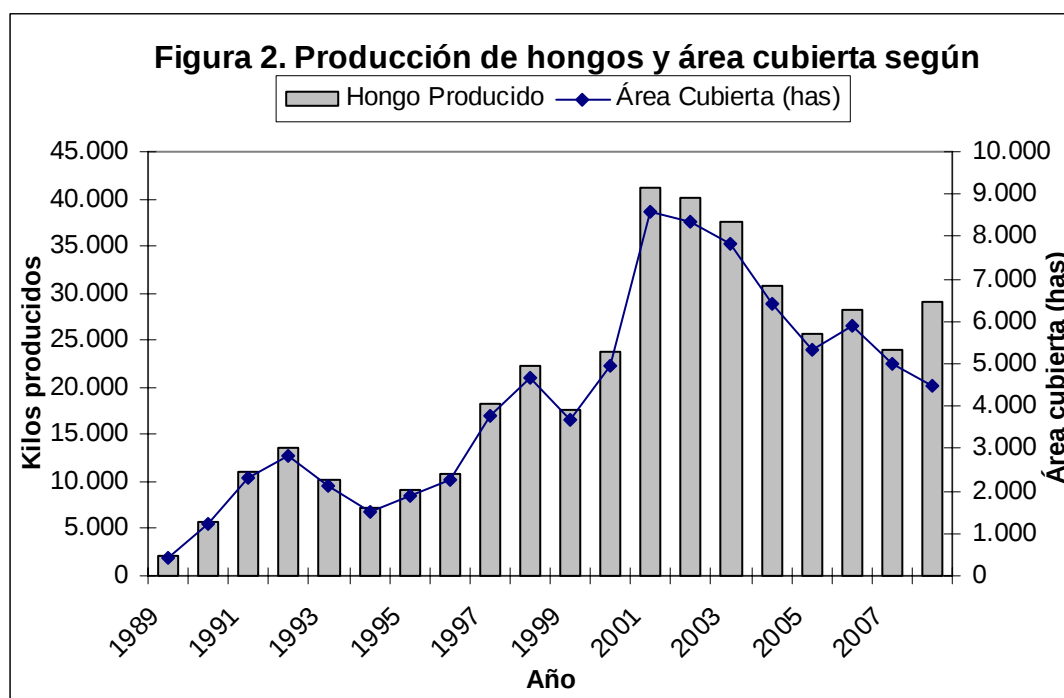
AÑO	HONGO + SUBSTRATO	ÁREA CUBIERTA (has)
1989	2.106,6	438,9
1990	5.801,2	1.208,6
1991	10.998,5	2.291,4
1992	13.654,1	2.844,6
1993	10.290,7	2.143,9
1994	7.284,4	1.517,6
1995	9.028,0	1.880,8
1996	10.804,0	2.250,8
1997	18.158,1	3.782,9
1998	22.366,0	4.659,6
1999	17.686,7	3.684,7
2000	23.698,0	4.937,1
2001	41.163,2	8.575,7
2002	40.130,0	8.360,4
2003	37.669,0	7.847,7
2004	30.694,8	6.394,8
2005	25.670,0	5.347,9
2006	28.284,0	5.892,5
2007	24.065,0	5.013,5
2008	29.101,0	4.489,4
TOTAL	408.653,30	83.562,80
PROMEDIO	20.432,67	4.178,14
DESVIAC. ESTANDAR	11.716,06	2.404,67
CV (%)	57,34	57,55
TASA (%) CRECIMIENTO	14,03	12,33

FUENTE: Departamento de Entomología DIECA (2008).

Es importante señalar que desde hace algunos años, las autoridades del sector azucarero autorizaron la producción de controladores biológicos con fines exportables y de venta nacional a usuarios interesados, lo cual ha permitido colocar producto en México, Guatemala, Honduras, El Salvador y Panamá, país que ha sido y se mantiene hoy como principal y más importante mercado de destino.

En el país ha habido también grupos y actividades productivas interesadas en utilizar hongos entomopatógenos para realizar el control de plagas, entre los que destacan la ganadería (pastos), los ornamentales, los helechos, el café, el banano, el palmito, las hortalizas, la piña y la palma aceitera, entre otros. Las avispa no se emplean en el país por ser específicas para el control de taladradores en la caña de azúcar.

Queda así demostrado que el control biológico y sus productos constituyen una excelente oportunidad de generar recursos financieros sanos, lo cual DIECA ha logrado.



TECNOLOGÍA ACTUAL

En la actualidad la agroindustria azucarera costarricense dispone de una amplia y rica experiencia tanto en lo concerniente a reproducción de controladores biológicos en el laboratorio, como también en lo concerniente a distribución, evaluación y valoración de su impacto en el campo. Puede asegurarse que la “*curva de aprendizaje*” se ha cubierto y desarrollado con mucha solvencia, capacidad y amplitud. Es también digna de destacar la labor de información, capacitación y adiestramiento que DIECA ha desarrollado y que ha llegado prácticamente a todos los ámbitos de la actividad donde se cultiva caña para la fabricación de azúcar.

Un aspecto relevante que ha fortalecido y consolidado significativamente el programa de control biológico desarrollado por el sector azucarero con el paso del tiempo, han sido sin lugar a dudas sus resultados positivos en todos los sentidos, los cuales se expresan en niveles promedio de parasitismo de las plagas alcanzados con la avispa próximo al 30,7% y valores máximos hasta del 80% en diferentes especies plaga y condiciones agroproductivas. En el caso de los hongos hay reportes promedio de parasitismo que se mantienen en los últimos años es del 58,6%.

Técnicamente se califica con fundamento en la experiencia nacional e internacional esos índices promedio de Parasitismo como altamente satisfactorios, en virtud de que la cantidad y diversidad de plagas implicadas, las condiciones edafoclimáticas y agroproductivas propias y particulares de nuestras zonas cañeras es muy variable y diferente. Este logro tecnológico se fundamenta no sólo en la alta calidad del material biológico reproducido y aplicado en el campo, sino también en toda la tecnología que sobre la técnica se ha desarrollado a nivel de transporte, conservación, aplicación, monitoreo, forma y momento óptimo, distribución y valoración del efecto en la plaga y la plantación, en fin, toda la estrategia concebida e integrada en los protocolos que para tal fin se siguen.

FIGURA 3.

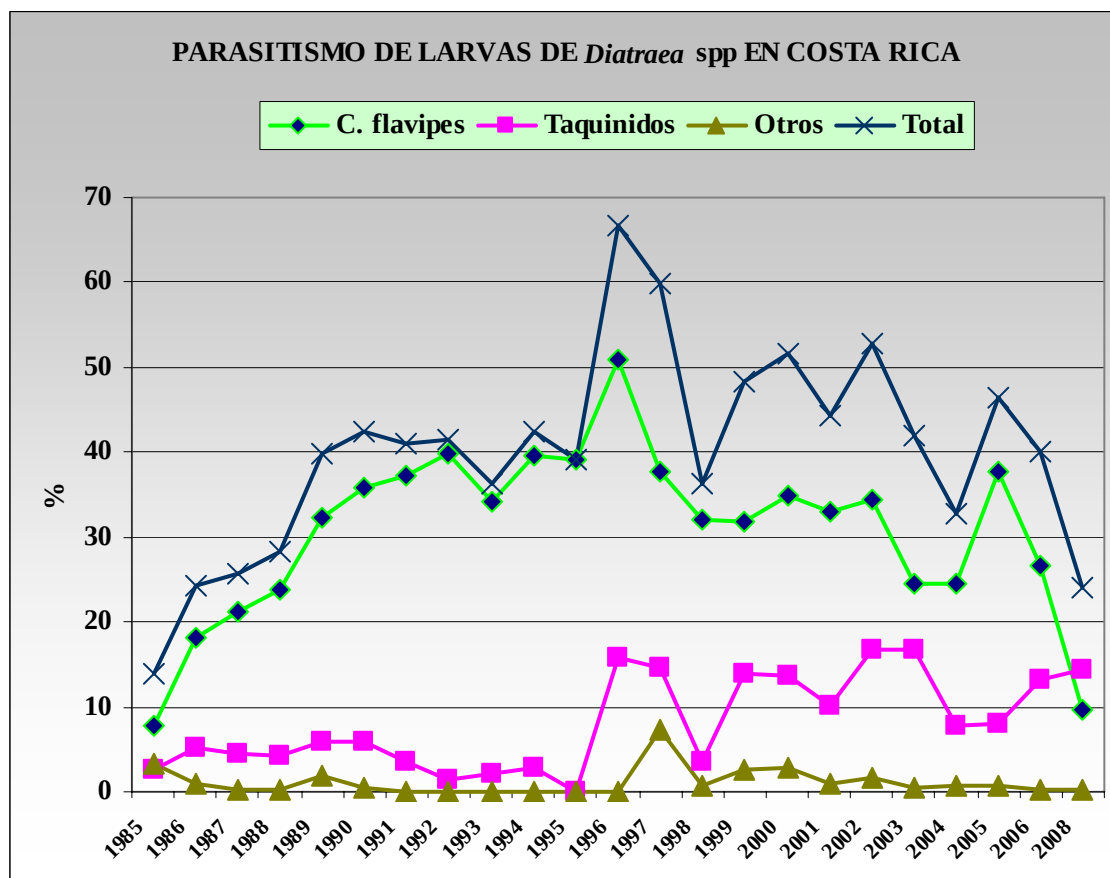
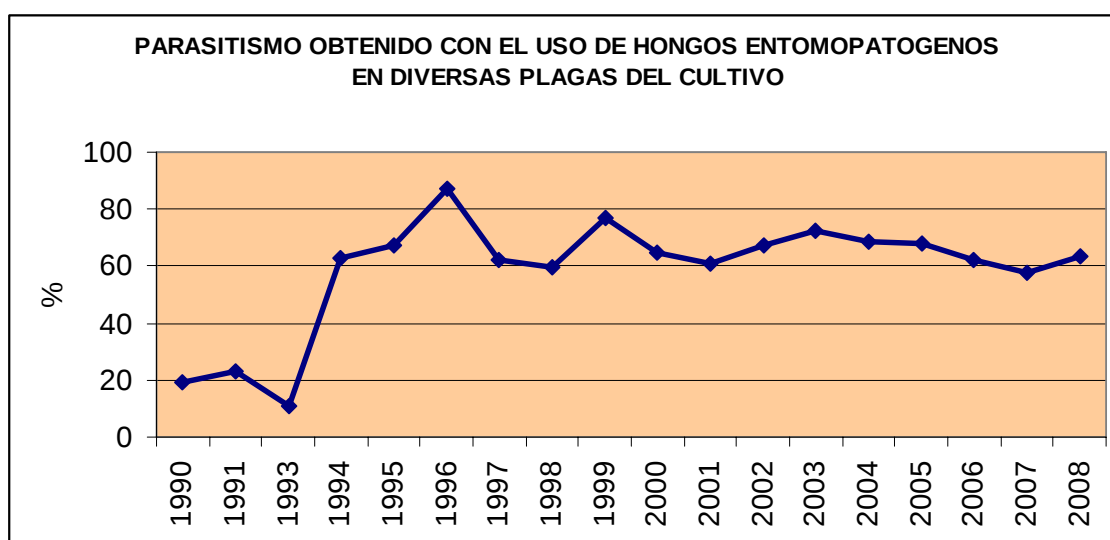


FIGURA 4.



Se dispone en estos momentos de una tecnología de naturaleza y enfoque biológico muy completa, la cual es complementada y articulada con medidas etológicas y otras prácticas de índole agronómica que dan fundamento a lo que conceptualizamos pragmáticamente como “*Manejo Integrado de Plantaciones y no sólo de Plagas*”. Este enfoque permite potenciar un mayor impacto y efecto positivo en los asuntos que se

tratan. Es así como factores vinculados con el mejoramiento genético; la conservación de los suelos; el uso de semilla de caña de alta calidad; el empleo de abonos verdes de origen orgánico; el aprovechamiento de los residuos agroindustriales y biomásicos; el uso de trampas (plásticos) de color; el empleo de cebos con hongos; la colocación estratégica de feromonas en los campos afectados; el conocimiento de la dinámica poblacional de las plagas; la determinación de los momentos óptimos de control; la determinación y racionalización de dosis; la alta calidad de los agentes biológicos aplicados; el respeto y conocimiento de los ciclos biológicos y fenológicos; el monitoreo continuo, sistemático y permanente de plantaciones; la reducción, minimización o eliminación de prácticas degradantes (quema, plaguicidas); la información, capacitación y adiestramiento permanente, han sido entre otros, elementos que están dispuestos de manera gratuita para todos los agricultores interesados y dispuestos a matricularse con la iniciativa biológica.

Es mucha y muy variada la información referencial específica que sobre el tema existe disponible y sujeta de ser consultada, para poder verificar y constatar el grado de avance logrado y los beneficios generados, de la cual se anotan los siguientes estudios: SÁENZ et al 2006; RODRÍGUEZ 2006ab; RODRÍGUEZ, SÁENZ y ALFARO 2006ab; SALAZAR, OVIEDO y SÁENZ 2006b.

EL FUTURO

Se continúa de manera firme, consistente y decidida con la labor sistemática de investigación, evaluación y adaptación de nuevos agentes biológicos de control, esquemas, protocolos y tecnologías orientadas al mejoramiento general de la estrategia biológica, motivo por el cual es de esperar en el corto plazo un incremento importante en la calidad y eficiencia de lo que actualmente se hace, esto en varios niveles: laboratorio, campo, plagas, agentes biológicos de control, prácticas complementarias (etológicas).

Lo anterior aunado a la concientización, convicción y capacidad que se tenga para lograr reducir y/o eliminar el impacto provocado por otras prácticas de manejo degradantes y contrarias al principio biológico profesado, lo cual permitirá avanzar con mayor agilidad en dinamizar y consolidar la estrategia del control biológico de plagas armonizada y conciliada con el principio del Manejo Integrado de Plantaciones.

Existen sin embargo puntos críticos que deberán necesariamente resolverse satisfactoriamente para coadyuvar y contribuir a ese objetivo, como es el relativo al incremento de la cantidad de producto de alta calidad dispuesto producir en condiciones favorables (¿subsidiado?) para uso de los agricultores de menores recursos económicos. La decisión tiene alcances financieros y presupuestarios importantes pues implica más inversión en infraestructura, adquisición de nuevos y modernos equipos y aumento de la planilla, lo que constituye un verdadero reto en tiempos de alta competitividad y no muy buena rentabilidad como los actuales.

Se debe tener muy presente que la implementación de la estrategia biológica y ambiental en general tiene un costo que no es bajo, lo que implica además tener muchas veces que sacrificar productividad y con ello producción. En cierta manera el futuro en esta materia es incierto y corre paralelo con la competitividad y rentabilidad de la

actividad productiva como un todo. Es posible pensar con alto grado de certeza, que las corrientes y movimientos a favor de la protección al ambiente y que procuran operar esquemas de “*producción más limpia*” irán en avanzada, por lo que este tipo de tecnologías se convertirán en fuertes ventajas competitivas. El tema de la motivación, la capacitación y promoción de la iniciativa si esta asegurado en el tanto exista DIECA, pues es un asunto de convicción, identificación y credibilidad a toda prueba.

ELEMENTOS PARA CONSTRUIR UNA NUEVA AGENDA AMBIENTAL

Rescatando parte de lo señalado con anterioridad en relación con la experiencia empresarial desarrollada por parte del sector azucarero costarricense, todo en línea con la idea y objetivo central y primario del Taller, cual es identificar, sugerir y proponer ***Insumos para la Construcción de una Agenda Agrícola Ambiental***, puede recomendarse lo siguiente:

- 1) Cualquier agenda de índole ambiental que se pretenda impulsar en el campo agrícola debe necesariamente para tener posibilidades de éxito, empatar y conciliarse en algún grado con la agenda de los negocios empresariales y privados.
- 2) Es necesario identificar en primera instancia problemas importantes, relevantes y prioritarios que tengan impacto productivo y económico significativo, que despierten y generen algún interés en resolver, particularmente para los sectores empresariales beneficiados. Debe ayudarse a los productores y sus organizaciones a identificar “*demandas reales*” de bienes y servicios tecnológicos. La meta pretendida debe ser también aumentar el ingreso, además de otros beneficios no monetarios.
- 3) La agenda propuesta debe para tener mayor credibilidad y aceptabilidad, ser respaldada preferiblemente por alguna institución calificada (pública, privada, ONG) y no por simples y entusiastas personas físicas.
- 4) Resulta fundamental dimensionar y cuantificar económicamente la magnitud del problema que se pretenda confrontar y resolver, sobre todo si es de índole productivo. Esto implica considerar e integrar complementariamente elementos ambientales y sociales.
- 5) El enfoque resolutivo pretendido debe ser viable y factible de ejecutar en todos los sentidos (financiero, tecnológico, ambiental y pragmático), y no constituir apenas una propuesta de carácter romántico o especulativo.
- 6) La propuesta debe ser rentable y retornar un valor que no necesariamente es monetario; puede ser ambiental, de salud, de imagen, respeto, diferenciación, etc.
- 7) Debe preferencialmente existir un fondo económico en el beneficio pretendido, excepto en asuntos muy especiales que no lo faciliten; esto sin desconocer en absoluto los beneficios ambientales, de salud y sociales vinculados. Ese será uno de los impulsores para lograr una mayor facilidad en la consecución de financiamiento y apoyo logístico. Deben por ello identificarse y comunicarse muy claramente los beneficios (reales y potenciales) esperables, sean estos públicos o privados.
- 8) El enfoque resolutivo debe ser integral, articulado y conciliatorio con las otras prácticas realizadas; por ejemplo, es inviable y poco razonable pensar en incorporar control biológico con hongos entomopatógenos cuando se persiste en el empleo de fungicidas, o de insectos cuando se aplican insecticidas.

- 9) Las iniciativas y programas desarrollados deben estar estrechamente ligados, integrados y articulados con los esfuerzos que en materia rural se desarrollen en el país. La ruralidad es fundamental, pues será en principio la más beneficiada, al igual que el sector productivo empresarial privado.
- 10) La propuesta ambiental que se pretenda implementar debe para ser aceptada por los sectores empresariales, fundamental y preferiblemente conciliatoria y armónica, no extremadamente violenta y confrontativa con el “*estado del arte*” vigente en el momento y el lugar.
- 11) La propuesta debe tener un fundamento basado en realidades, preferiblemente en experiencias pragmáticas (nacionales o externas) positivas que puedan referenciarse, verificarse y de ser posible conocerse.
- 12) Además de ideas, buenas intenciones y deseos, las tecnologías aplicadas deben contar con protocolos y estrategias debidamente investigadas y validadas a nivel de laboratorio y de campo, con el objeto de evitar el empirismo.
- 13) Cualquiera que sea la idea, práctica, técnica o estrategia ambiental que se pretenda desarrollar, debe existir una razonable y prudente ejecución e implementación por etapas y/o fases secuenciales y sistemáticas. La planificación estratégica juega por tanto un papel fundamental.
- 14) Es necesario identificar y sumar adeptos a la causa lo que dará mucha confiabilidad y credibilidad. Es importante que entre ese grupo existan empresarios con experiencia o que han arriesgado en alguna medida en estas materias.
- 15) La labor de convencimiento debe ser estratégicamente muy bien conceptualizada, preparada y planificada, empleando ojala, referentes creíbles, objetivos, motivadores y muy convencidos de lo que proponen, y no simples entusiastas especuladores o románticos soñadores.
- 16) Los resultados pretendidos deben evidenciarse en algún grado en el corto plazo y no en términos de tiempo muy amplios que desmotiven a los participantes y/o beneficiarios; por ello, deben fijarse indicadores medibles y alcanzables en el tiempo que evidencien dinámica y evolución del asunto promovido y pretendido.
- 17) El tema de la investigación, la capacitación, la enseñanza, la educación y el adiestramiento técnico, son incuestionablemente necesarios y por tanto obligados incluir y considerar en cualquier propuesta seria que sobre el asunto ambiental se pretenda desarrollar. Para ello, la participación de la academia y el sector público son fundamentales, como también el de instituciones de gran imagen y proyección mundial como IICA, CATIE, EARTH, INBIO, las cuales tienen mucho que ofrecer en estos tópicos. Instituciones públicas como el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), deben tener un papel relevante en sus áreas de especialización. Tampoco puede desconocerse ni obviarse la vinculación de las ONG relacionadas.
- 18) Es básico mantener un programa informativo dirigido a los beneficiarios (directos e indirectos) con carácter permanente, que evite entrar en etapas de desconocimiento de lo que acontece en torno a la iniciativa desarrollada.
- 19) Debe recolectarse, organizarse y difundirse información actualizada sobre proveedores y clientes vinculados con los temas, servicios y productos disponibles.
- 20) Debe existir una importante labor de información y participación pública que genere y favorezca un efecto de encadenamiento en promoción directa de la iniciativa propuesta.

- 21) Resulta imperativo identificar y habilitar posibles apoyos e incentivos (fiscales, parafiscales, financieros, tecnológicos, logísticos o de cualquier otra naturaleza) a las personas o instituciones que realicen acciones en torno al tema ambiental, en seguimiento a una propuesta superior que puede ser promocionada o auspiciada por entes de naturaleza estatal o de Organizaciones No Gubernamentales (ONG). La propuesta de los **“Acuerdos Voluntarios para la Producción Más Limpia (AVP+L)”** desarrollada actualmente por el Ministerio de Ambiente (MINAE), constituye un buen ejemplo de una propuesta que debe apoyarse, promoverse y difundirse.
- 22) Hay que crear y/o fortalecer Programas de Fondos Competitivos para dar acceso de participación al sector privado, que permitan promover y establecer Alianzas Estratégicas entre usuarios y proveedores de las tecnologías.
- 23) Es importante crear, promover, apoyar y auspiciar oportunidades de inversión en la temática de innovación ambiental.

CONCLUSIÓN

Con fundamento en lo anteriormente expuesto y comentado, puede concluirse que la participación del sector empresarial azucarero en la iniciativa del control biológico de plagas no surgió por inercia ni por simple casualidad, sino que respondió a la convergencia y articulación de una serie de elementos y circunstancias coyunturales, que participaron en la decisión de incursionar en un momento histórico en ese campo tecnológico tan sugestivo y novedoso, para una actividad productiva calificada en ese momento como *“tradicional”*.

Había un problema serio con plagas, principalmente el barrenador común del tallo (*Diatraea* spp.), de fuerte impacto productivo y económico que requería solución inmediata virtud de las pérdidas que generaba. Existía complementariamente una tecnología cautiva aún en ciernes que surgía como una alternativa potencial de solución al problema, la cual con presencia de buenos interlocutores y sobre todo empresarios visionarios que escucharon, arriesgaron y decidieron se adoptó, ejecutó y desarrollo como estrategia sectorial. La técnica se mejoró hasta lograr lo que hoy día se tiene: una tecnología limpia ejemplar para realizar el control de plagas en el cultivo de la caña de azúcar.

La sostenibilidad y fortalecimiento de la iniciativa agronómica ha sido posible gracias a los resultados positivos que la misma ha generado en términos de eficiencia en el control de las plagas, reducción en el uso de plaguicidas, eliminación de los problemas de salud pública inducidos por intoxicaciones, fomento del equilibrio ecológico y relación beneficio-costos positiva, entre otras.

La actuación empresarial del sector azucarero resulta ejemplar y digna de emular por parte de otros sectores y grupos empresariales similares; esto por cuanto existen numerosas oportunidades para desarrollar conocimientos y tecnologías capaces de mejorar los productos agropecuarios, agregarles valor, identificar nuevos negocios y generar con ello, ingresos para los productores primarios locales, los procesadores y otros agentes de la cadena agroalimentaria, todo en un ambiente de respeto y concordancia con los principios que orientan la producción más limpia y en cumplimiento de la responsabilidad ambiental y social que les compete.

LITERATURA CITADA

- 1) ALPÍZAR, A. 1983. Evaluación de la Incidencia y el Daño de los Taladradores en Tres Variedades de Caña de Azúcar. Práctica de Graduación para Bachillerato. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Agronomía. 69 p.
- 2) ALTIERI, M. 1999. Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Montevideo. UY, NORDAN. 338p.
- 3) BADILLA FERNÁNDEZ, F.; SOLÍS MOLINA, I. 1984. Programa de Control Biológico del Taladrador de la Caña de Azúcar *Diatraea spp.* San José, Costa Rica. Boletín Informativo. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Año 2, N° 13. 4 p.
- 4) BADILLA, F.; SOLÍS, I.; SOLÍS, A. I. 1984. Programa de Control Biológico. Informe Técnico de Labores. San José, Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). p:8-20.
- 5) BADILLA F., F. 1985. Programa de Control Biológico de *Diatraea spp* en Caña de Azúcar. En: Curso de Tecnología en el Cultivo de la Caña de Azúcar. Santa Gertrudis, Grecia, Costa Rica, DIECA. Julio. p: 29-38.
- 6) BADILLA F., F. 1986a. Resultados Obtenidos en el Programa de Combate Biológico del Taladrador de la Caña de Azúcar *Diatraea spp* en la Hacienda Santa Fe, San Carlos. San José, Costa Rica. Boletín Informativo. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Año 4, N° 26. 3 p.
- 7) BADILLA F., F. 1986b. Resultados Obtenidos en el Programa de Combate Biológico del Taladrador de la Caña de Azúcar, *Diatraea tabernella* en la Hacienda Juan Viñas, Turrialba. San José, Costa Rica. Boletín Informativo. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Año 4, N° 27. 4 p.
- 8) BADILLA, F.; SOLÍS, A. I.; ALFARO, D. 1991. Control Biológico del Taladrador de la Caña de Azúcar *Diatraea spp.* (LEPIDÓPTERA: PYRALIDAE) en Costa Rica. San José, Costa Rica. Revista Azucarera IX Congreso de Tecnología Azucarera de Centroamérica y Panamá "LAICA", 16-20 de setiembre. p:15-29.
- 9) BADILLA, F. 1994. Especies y Evaluación de Daños en Campo y Fábrica Ocasionados por *Diatraea spp.* en Costa Rica. En: Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, San José, C.R., 1994. Resúmenes. San José, DIECA. p:1.
- 10) BADILLA F., F.; SÁENZ, C.; CHAN, I. 1995. Resultados Obtenidos en el Manejo Integrado de *Aeneolamia póstica* y *Prosapia spp.* (HOM: Cercopidae) en Diferentes Regiones de Costa Rica. En: Congreso Centroamericano y del Caribe, 2 y Costarricense de Entomología, 3, San José, Costa Rica, 1995. Resúmenes. San José, Asociación de Entomólogos Costarricenses. p:79.

- 11) BERMÚDEZ LORÍA, A.Z. 1997. Agricultura Orgánica: Otra Opción Viable Para el Agricultor Costarricense. En: Congreso de ATACORI “Roberto Mayorga C.”, 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). Tomo II. p: 86-98.
- 12) BERMÚDEZ LORÍA, A.Z. 1998. La Certificación de Productos Orgánicos: El Caso del Azúcar de Caña. En: Congreso de ATACORI, 12, Guanacaste, Costa Rica, 1998. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p:62-68.
- 13) BONILLA DURÁN, A. 2003. El Sector Productivo y el Ambiente. En: Congreso de ATACORI “José Luis Corrales Rodríguez”, 15, Guanacaste, Costa Rica, 2003. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. p:91-100.
- 14) CORDOVÉS HERRERA, M. 2000. La Producción Orgánica: Características y Perspectivas. En: Congreso ATALAC, 5, ATACA, 13 y ATACORI, 14, San José, Costa Rica, 2000. Memoria. San José, ATALAC/ATACA/ATACORI, setiembre. p:174-177.
- 15) CHAVES SOLERA, M. 1999. Papel de DIECA en la Innovación Tecnológica de la Caña de Azúcar en Costa Rica. En: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA. p:10-33.
- 16) CHAVES, M.; BERMÚDEZ, A. 1999a. Factibilidad y Perspectivas Técnicas Para la Producción de Caña y Fabricación de Azúcar Orgánico en Costa Rica. En: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica. Memoria: Recursos Naturales y Producción Animal. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. p: 449-452.
- 17) CHAVES, M.; BERMÚDEZ, A. 1999b. Por una Mayor Conciencia Ambiental en el Sector Azucarero. En: Congreso de ATACORI “Randall E. Mora A.”, 13, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 1999. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), setiembre. Volumen 1. p: 274-278.
- 18) CHAVES SOLERA, M. 2001a. Variedades de Caña de Azúcar Para la Producción de Azúcar Orgánica. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, octubre. 27 p.
- 19) CHAVES SOLERA, M.A. 2001b. Aporte de los Ingenieros Agrónomos al Desarrollo del Cultivo de la Caña de azúcar en Costa Rica. En: Libro de Oro, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Medio Siglo de Contribución al Progreso Nacional 1941-1991. 1a edic. San José, Costa Rica: EUNED. p:225-244.
- 20) CHAVES SOLERA, M. 2006. Producción de Azúcar en Costa Rica. Revista Agricultura y Ganadería de Centroamérica, N° 1. San José, Costa Rica. p:54-57.

- 21) CHAVES SOLERA, M.; BERMÚDEZ LORIA, A. 2006a. Consideraciones para la Quema Tecnificada de una Plantación Comercial de Caña de Azúcar en Costa Rica. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:254-260.
- 22) CHAVES SOLERA, M.; BERMÚDEZ LORIA, A. 2006b. Motivos y Razones para Quemar las Plantaciones de Caña de Azúcar en Costa Rica. Políticas para la Agroindustria Azucarera Costarricense. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:248-253.
- 23) CHAVES SOLERA, M.; BERMÚDEZ LORIA, A. 2006c. Quema Regulada de Plantaciones para la Cosecha de la Caña de Azúcar en Costa Rica: Consideraciones Legales. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:267-271.
- 24) CHAVES SOLERA, M.; BERMÚDEZ LORIA, A. 2006d. Regulaciones Internacionales sobre Quema de la Caña de Azúcar. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:261-266.
- 25) CHAVES SOLERA, M.; HERRERA ECHANDI, E. 2006. Políticas para la Agroindustria Azucarera Costarricense. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:15-17.
- 26) DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1983a. Presentación: DIECA: Objetivos y Políticas. Boletín Informativo DIECA (Costa Rica). Año 1, N° 1. 4 p.
- 27) DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1983b. Presentación: Taladrador de la Caña de Azúcar. Boletín Informativo DIECA (Costa Rica). Año 1, N° 2. p:1-2.

- 28) DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1984. Descripción de las salas que componen un laboratorio de Cría Masal de los Parásitos de *Diatraea* spp. Boletín Informativo DIECA (Costa Rica). Año 2, N° 14. 4 p.
- 29) DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1985. Inauguración del Laboratorio de Control Biológico. Boletín Informativo DIECA (Costa Rica). Año 3, N° 18. p:1.
- 30) FERNÁNDEZ OREAMUNO, J. E. 1960. Estudio de los Taladradores de la Caña de Azúcar del Género *Diatraea* (*Ppyralidae-Lepidoptera*) y su Importancia Económica en Costa Rica. Tesis Ingeniero Agrónomo. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 148 p.
- 31) GUYNAS, E. 2002. Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible en América Latina. Editor: Ingemar Hedström, 1era edición. San José, Costa Rica, UNED-DEI-UBL. 304 p.
- 32) KOGAN, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43:243-270.
- 33) PERKINS, J. 1982. Insects, Experts, and the Insecticide Crisis. New York, US Plenum Press. p:57-58.
- 34) SÁENZ A., C.; SALAZAR B., J.D.; RODRÍGUEZ R., M.; ALFARO S., D.; OVIEDO A., R. 2006. Métodos de Control de Plagas en la Caña de Azúcar Aplicando Principios de Producción más Limpia En: Congreso ATACA, 16 y Congreso ATACORI "DIECA", 16, Heredia, Costa Rica, agosto del 2006., Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). Tomo I. p:468.
- 35) RODRÍGUEZ MORALES, A. 2006a. Avance en la Producción de Hongos Entomopatógenos. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:416-420.
- 36) RODRÍGUEZ MORALES, A. 2006b. Control de Procesos y Control de Calidad Aplicados por DIECA para Facilitar la Producción de los Hongos Entomopatógenos. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:435-442.
- 37) RODRÍGUEZ MORALES, A.; SÁENZ ACOSTA, C.; ALFARO SOLÍS, D. 2006a. Evaluación de la Patogenicidad del Hongo Entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Vuill), sobre el Picudo, *Metamasius hemipterus* (Col: Curculionidae),

- en el Cultivo del Palmito, *Bactris gasipaes* K. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:443-451.
- 38) RODRÍGUEZ MORALES, A.; SÁENZ ACOSTA, C.; ALFARO SOLÍS, D. 2006b. Propuesta Técnica para el Manejo Integrado del Salivazo (Hom: Cercopidae) en el Cultivo de la Caña de Azúcar. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:425-430.
- 39) SÁENZ ACOSTA, C.; SALAZAR BLANCO, JD.; RODRÍGUEZ MORALES, A.; ALFARO SOLÍS, D.; OVIEDO ALFARO, R. 2006a. Métodos de Control de Plagas en la Caña de Azúcar Aplicando Principios de Producción más Limpia. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:468-476.
- 40) SALAZAR BLANCO, JD.; OVIEDO ALFARO, R.; SÁENZ ACOSTA, C. 2006b. Descripción, Manejo y Control del Barrenador Común del Tallo de la Caña de Azúcar en Costa Rica. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:389-396.
- 41) SALAZAR BLANCO, JD.; QUIRÓS, O.; MORERA, E.; OVIEDO ALFARO, R.; BARRANTES MORA, J. 2006. Estimación del Factor de Pérdida por Daños del Barrenador del Tallo (*Diatraea spp*) en Cinco Regiones de Costa Rica. En: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 16, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 16. Heredia, Costa Rica, 2006. Memoria 2006. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), agosto. Tomo I. p:248-253.
- 42) SALAZAR BLANCO, J.D.; CHAVES SOLERA, M. 2007. Estrategias Modernas de Manejo y Control de Plagas en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica. En: Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente, 3, Heredia, Costa Rica, 2007. Memoria. Heredia, Universidad Nacional (UNA). También en: San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, noviembre 2007. 23 p.

- 43) SALAZAR BLANCO, J.D.; ALVARADO ECHEVERRÍA, E. 2008. Situación Actual del Ácaro de la Caña de Azúcar en Costa Rica. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, noviembre. 4 p.
- 44) SALAZAR BLANCO, J.D. 2008. Reporte del Ácaro de la Caña de Azúcar (*Ácaro del Herrumbre o Ácaro Bronceador de la Caña de Azúcar – Sugarcane Rust Mite*). Boletín Coopevictoria Acontecer en Victoria (Costa Rica) N° 37, diciembre. p:10-12.