ESTRATEGIAS MODERNAS DE MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN COSTA RICA[1]

Ing. Agr. José Daniel Salazar Blanco; Ing. Agr. Marco Chaves Solera, MSc,

EJE TEMÁTICO: POLÍTICAS PÚBLICAS Y GESTIÓN LOCAL

SIMPOSIO: GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL

LIGA AGRICOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZUCAR (LAICA): Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), COSTA RICA.

Teléfono (506) 284-6066, Fax (506) 223-0839
E-mail: jsalazar@laica.co.cr; mchavezs@laica.co.cr.

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica se caracteriza por desarrollarse en condiciones muy variables de altitud, clima, suelos y manejo agronómico; por lo cual, la dinámica, frecuencia e intensidad de ataque de plagas está casi directamente vinculada a esos factores. Esto obliga implementar para su control, metodologías, estrategias y técnicas muy variadas de manejo de plantaciones. La agroindustria azucarera orientó sus acciones hacia el empleo de estrategias de monitoreo, prevención y control de plagas no convencionales. Desde 1984 se estructuró un Programa de Control Biológico, mediante la utilización de parasitoides de larvas del Barrenador Común del Tallo (*Diatraea* spp.:LEP), y posteriormente, el control del Salivazo (*Aeneolamia* sp.:HOM) por medio del uso de hongos entomopatógenos. En los laboratorios de reproducción de controladores biológicos de DIECA, se han reproducido más de 550 millones de avispas (*Cotesia flavipes*), destinados al control del Barrenador Común en un área superior a las 55 mil hectáreas. Más de 327 TM de hongo + sustrato cubriendo cerca de 68 mil hectáreas, se han aplicado para el control del Salivazo, la Cigarrita Antillana (*Saccharosydne saccharivora*:HOM) y la Langosta Voladora (*Shistocerca* spp.:ORT); complementado además, con su enorme potencial de uso en plagas como el Chinche de Encaje (*Leptodyctia tabida*:HOM), los Jobotos o Abejón de Mayo (*Phyllophaga* spp.:COL) y el Picudo de la Caña (*Metamasius hemipterus*:COL). El monitoreo y control por medio de trampas de color, trampas adhesivas, trampas con feromonas, trampas cebadas, trampas de luz y cultivos trampa, constituyen diferentes estrategias utilizadas para el control de adultos de las plagas indicadas. Se emplean prácticas culturales y de labranza como estrategias de prevención y control de plagas: preparación y subsolado de suelos, renovación de plantaciones, desaporca y aporca, riego, nutrición y control de malezas oportunos; remanga, drenaje y otras labores. Se concluye que la agricultura de la caña de azúcar en Costa Rica, ha mantenido un alto grado de responsabilidad social y técnica en el manejo de plagas, buscando siempre la utilización de estrategias eficientes y técnicas novedosas no degradantes de prevención y control, con el fin de evitar la afectación del medio ambiente y la salud.

PALABRAS CLAVES: Caña de Azúcar; Estrategias; Control Biológico, Parasitoides, Hongos Entomopatógenos, Plagas.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se vive cada vez con mayor intensidad una creciente identificación y preocupación por la temática ambiental, de la cual Costa Rica es claro ejemplo de ese noble, justo y necesario esfuerzo global, virtud de su reconocido alineamiento al respeto y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales.

Es así como asuntos vinculados con la preservación de especies silvestres, eliminar y/o contrarrestar los impactos de la contaminación, superar los serios problemas ambientales globales y favorecer el mejoramiento de la calidad de vida de la población, son hoy motivo de la atención de políticos, científicos, académicos, ciudadanos y la sociedad civil como un todo.

Se reconoce y esta demostrado, que la afectación y deterioro del elemento ambiental genera consecuencias negativas para la ecología, la salud, el comercio y con ello para la economía; en tanto que por el contrario, el respeto y la armonía ambiental representan importantes factores de promoción para los negocios virtud de su aceptación y reconocimiento social.

Surge el *Desarrollo Sostenible, Sostenido o Sustentable* como el nuevo paradigma del desarrollo de la humanidad, concepto que sin embargo hay que reconocer lamentablemente, ha adoptado corrientes y posturas diversas y disonantes que lo confunden y distorsionan en su fin, muchas veces de carácter extremo que trascienden su objetivo principal en consideración de su aplicación, sea este en el ámbito económico o en su caso el ambiental.

Es necesario analizar y profundizar responsable y objetivamente sobre la realidad de las actividades productivas, identificando y valorando los impactos ambientales positivos y negativos de sus procesos, los esfuerzos sectoriales, institucionales y empresariales realizados por procurar contrarrestarlos en asocio con la capacidad financiera y la viabilidad tecnológica disponibles. Esta difícil tarea establece relaciones y vínculos directos que relacionan en principio a los seres humanos con su entorno, y con ello, con todas las actividades e

interacciones que en ese ámbito surgen, lo que abre un amplio y sustantivo espacio a la discusión y la polémica sobre Desarrollo Sostenible pero muy particularmente entre Ecología, Economía y Ética.

OBJETIVO

El objetivo principal del presente documento es mostrar y evidenciar el importante y exitoso esfuerzo institucional realizado por parte de la agroindustria cañero-azucarera costarricense, en materia de control de plagas dañinas al cultivo empleando criterios y métodos modernos no degradantes, conceptualizados bajo los principios y estrategias del ***Manejo Integrado de Plantaciones (MIP)***, donde el control biológico empleando insectos (avispas del Género *Cotesia flavipes*) y hongos entomopatógenos (Géneros *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*), ha sido entre otras medidas complementarias de manejo (**MIP-CULTIVO**), la pauta seguida de manera sistemática y continua durante los últimos 23 años a nivel nacional con gran proyección internacional.

ZONAS DE CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN COSTA RICA

Se estima que en Costa Rica hay sembradas actualmente cerca de 52.800 hectáreas de caña dedicadas a la producción de azúcar (no incluye dulce y uso pecuario), las cuales están ubicadas en diversos pisos altitudinales (Cuadro 1), lo que condiciona la influencia de diferentes regímenes de clima y órdenes de suelo. Bajo esas condiciones hay definidas seis regiones tradicionales estratégicas y de gran importancia por el área sembrada cuyo fin es como es la producción de sacarosa. Esa diversidad y variabilidad condiciona y justifica la implementación de un manejo técnico diferente del cultivo en casi todos sus factores (variedades, nutrición, control de malezas, riego y drenaje, labranza de suelo, fitosanidad, cosecha, etc.).

Además, es necesario integrar y considerar otros elementos importantes también vinculados como son la topografía del suelo, producto de la presencia de relieves variables que van desde planos hasta terrenos con pendientes del 30-40%, que hacen que las posibilidades y viabilidad de mecanizar labores sean diferenciales, lo cual modifica sustancialmente los patrones de manejo, productividad y estructura de costos involucradas (CHAVES, 1994). Es claro que el éxito productivo y económico de la agroindustria azucarera como actividad empresarial, esta en alto grado sujeto a la posibilidad de articular favorablemente toda esa gran variedad de factores.

Cuadro 1. Características Edafoclimáticas de las Regiones Cañeras de Costa Rica.

REGION	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA (ºC)	PRECIPITACION (mm)	ORDEN SUELOS	AREA (has) ESTIMADA	CICLO DE CULTIVO (meses)
Pacífico Seco Cañas, Bagaces, Liberia Carrillo, Santa Cruz	0 - 150	27 33,0 22,4	1.700	Inceptisol Vertisol Molisol	25.050	9-12
Pacífico Central Puntarenas, Miramar	0 - 350	23 32,9 23,0	2.200	Inceptisol Alfisol	6.700	9-12
Valle Central Occidental Grecia, Atenas, V. Vega, San Ramón, Alajuela	530-1.500	22,4 30,0 17,0	2.900	Andisol Inceptisol Alfisol	4.300	11-16
Valle Central Oriental Juan Viñas, Turrialba	550-1.550	22,3 29,6 14,9	2.880	Ultisol Andisol Inceptisol	3.700	12-24
Región Norte San Carlos, Los Chiles	40-680	23,6 30,4 18,8	3.930	Ultisol Inceptisol	7.700	9-12
Región Sur Pérez Zeledón, B. Aires	400-750	23,9 31,0 19,3	3.280	Ultisol Inceptisol	5.350	10-13

CHAVES (1999) adaptado por Salazar, 2006; CHAVES (2006a, 2007)

RELACION AMBIENTE - CULTIVO - PLAGA

Un organismo es considerado plaga cuando tiene la capacidad, a una densidad poblacional determinada, de causar daños económicos a los cultivos. Este efecto depende del

comportamiento y de la biología del organismo, así como la influencia del medio ambiente y las condiciones de la planta.

Las plagas difieren entre si por su comportamiento (hábitos de vida, alimentación, etc.), por su adaptabilidad a diferentes condiciones de clima y suelo, y por las características de los daños que provoquen a las plantas. De acuerdo con esto último se pueden clasificar en Plagas Primarias y Secundarias; Directas e Indirectas y las que causan Daños Mecánico y Daño Fisiológico (ANDREWS Y QUEZADA, 1989).

Las plagas sufren cambios dinámicos en todo momento; además, están sujetas a la intervención e influencia de los factores físicos y biológicos del ambiente (Bióticos y Abióticos) que los rodea.

Las plantas presentarán diferente capacidad de soporte según el tipo de cultivo, grado de tolerancia de las variedades cultivadas, densidad de plantas, hábitos de crecimiento, fase de desarrollo del cultivo (estado fenológico), condición, densidad y permanencia de la plaga en el campo. La sección de la planta afectada por la plaga determinará algunas veces la magnitud e importancia del daño provocado. El estado fisiológico de la planta también influye sobre el impacto económico de las lesiones producidas por los insectos.

Los factores ambientales tienen gran relevancia e influencia ya que someten a las plagas y al cultivo a condiciones de estrés. Dentro de esas condiciones ambientales se pueden señalar el género y la distribución de las especies de malezas que compiten con el cultivo y sirven de hospederos a las plagas; como también, los factores edáficos afectan el vigor de la planta y contribuyen con el ataque de las plagas. Además, los factores climáticos desempeñan un papel importante; la temperatura afecta procesos fisiológicos en las plantas y metabólicos en los insectos; el viento, la lluvia y la radiación solar pueden aumentar o disminuir la actividad de la

plaga y como consecuencia el incrementar el nivel de daño (ANDREWS Y QUEZADA, 1989).

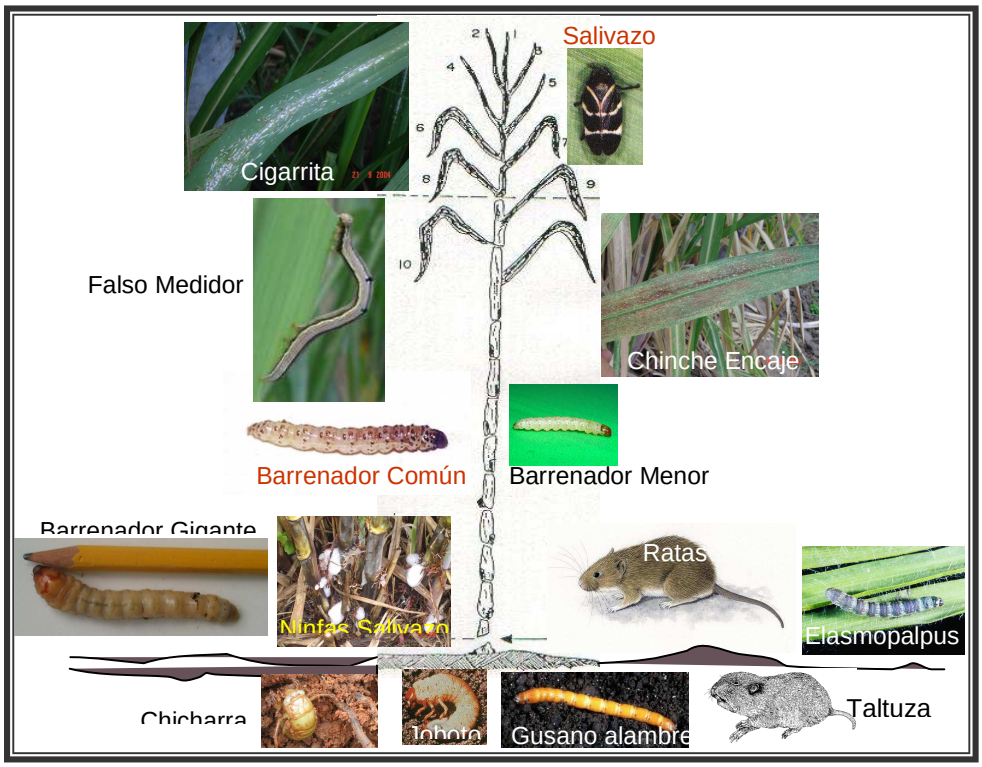
Partiendo de estas premisas y considerando la gran dispersión y variabilidad de ambientes y condiciones de siembra que el cultivo de la caña de azúcar mantiene en el país, es de esperar la presencia de problemas variables en cuanto a géneros, especies y grados de intensidad de afección y daño a las plantaciones, provocado por plagas.

PLAGAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN COSTA RICA

De la misma manera que influye la diversidad de condiciones en las que está establecida la caña de azúcar en el país, el componente de plagas (insectiles y vertebradas) varía significativamente entre regiones. Dependiendo del estado fenológico del cultivo, las condiciones de suelo y clima prevalecientes, la variedad de caña sembrada y el manejo general prestado a las plantaciones, hay gran influencia en la presencia de organismos nocivos y la capacidad de la planta para soportar sus ataques.

En caña de azúcar se reportan ataques por insectos y roedores en la raíz (Jobotos, Gusano Alambre, Chicharras, Taltuzas), en la cepa de la planta (Barrenador Gigante), en el tallo (Barrenadores, Ratas) y también en las hojas (Salivazo, Chinche de Encaje, Cigarrita, Medidor) (Esquema 2). Los insectos pertenecen a cinco órdenes y doce familias, siendo cerca de veintidós especies debidamente identificadas las más importantes (Cuadro 2). Las plagas que se ha determinado provocan mayores daños de manera recurrente, en muchas de las regiones del país y durante varios meses al año son el Barrenador Común del Tallo y el Salivazo.

Algunas plagas requieren de una importante inversión en recursos financieros, humanos y técnicos para bajar sus poblaciones a niveles que no comprometan los rendimientos agrícolas, la calidad de la materia prima y con ello los ingresos económicos de los productores.



Esquema 2. Ubicación en diferentes áreas del entorno de la planta de caña de azúcar de las principales plagas (Vargas, 2006; modificado por Salazar, 2007).

Plagas vertebradas de roedores como las ratas (*Sigmodon hispidus*) y las taltuzas (*Orthogeomys* spp.) generan problemas al cultivo en diferentes regiones del país. Las ratas provocan mayores daños al alimentarse de los tallos durante periodos cíclicos que han sido bien estudiados y determinados; además se ha logrado establecer el momento oportuno mediante monitoreos, para su control por medio del uso de cebos. Se ha conseguido cuantificar los daños según la severidad de ataque provocado. Las taltuzas, roedores subterráneos, se alimentan del sistema radicular y la convivencia parece ser la alternativa de muchos productores, debido a la dificultad de su control.

Cuadro 2. Plagas insectiles de la caña de azúcar reportadas en Costa Rica.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DISTRIBUCION	DAÑOS OCASIONADOS	CONTROL
LEPIDOPTERA	CRAMBIDAE	Barrenador Común del Tallo	*Diatraea* 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 "pudrición roja del tallo" que produce la inversión de sacarosa. Ingreso al tallo de plagas secundarias.	Parasitoide *Cotesia flavipes;* cultural; variedades
	CASTNIIDAE	Barrenador Mayor del Tallo	*Castnia licus*	Valle Central, San Carlos	Se aloja en la cepa, produce la muerte del retoño (corazón muerto); volcamiento del tallo.	Preventivo; cultural; *B. bassiana* ; *M. anisopliae*
	PYRALIDAE	Barrenador Menor del Tallo	*Elasmopalpus lignosellus*	Todo el país	Muerte de meristemo apical del retoño (corazón muerto); puede eliminar la cepa..	Preventivo; riego; feromonas; *B. bassiana*
	COLEOPHORIDAE	Barrenador Menor	*Blastobasis graminae*	Valle Central, Región Sur	Galerías en el tercio superior del tallo, pudiendo ocurrir en parte inferior. Daños en el extremo de la porcióna 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	*Mocis* sp.	Todo el país	Defoliación de las hojas al alimentarse de la lámina foliar, dejando unicamente la nervadura central.	Cultural; *B. thurigiensis* ; químico; depredadores
		Cogollero	*Spodoptera* spp.	Todo el país	Se alimenta del cogollo provocando retardo del crecimiento. En plantas jóvenes puede cortarlas en la base.	Cultural; *B. thurigiensis* ; químico
COLEOPTERA	SCARABAEIDAE	Joboto, Gallina Ciega	*Phyllophaga* spp.	Guanacaste, Puntarenas, Pérez Zeledón	Se alimenta de la raíz evitando que la planta absorba los nutrimentos y agua.	Cultural, Físico, Químico, Etológico y Biológico
		Escarabajo de la Caña	*Euetheola humilis*	Regiones con condiciónes 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	*Metamasius hemipterus*	Todo el país	Se alimenta de los esquejes de la semilla afectando su germinación. Afecta tallos molederos. Las larvas hacen galerías por las que penetran hongos que causan pudrición.	Prevención, Cultural, Varietal; Biológico, Físico, Etológico.
HETEROPTERA	TINGIDAE	Chinche de Encaje	*Leptodictya tabida*	Pisos altitudinales desde los 0 a 1300 msnm	Las colonia 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.	*Beauveria bassiana*
ORTHOPTERA	ACRIDIDAE	Langosta Voladora	*Schistocerca piceifrons*	Guanacaste	Se alimenta del follaje dejando únicamente la nervadura central	Cultural, Biológico
HOMOPTERA	CERCOPIDAE	Salivazo, Baba de Culebra, Palomilla	*Aeneolamia* spp. *Prosapia* spp. *Zulia* sp.	Guanacaste, Pacífico Central y San Carlos	Se alimentan de la savia provovando la muerte del tejido foliar por obstrucción vascular. Ataques severos en estado jóven de la planta puede provocar la muerte.	Cultural, Físico, químico y Biológico (*M. anisopliae*)
	DELPHACIDAE	Cigarrita Antillana	*Saccharosydne saccharivora*	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 (*M. anisopliae*)
		Saltahojas, Chicharrita de la Caña de Azúcár	*Perkinsiella saccharicida*	San Carlos	Succiona la savia de las hojas. Lesiones producidas por la oviposición en la nervadura central de la hoja. Fumagina.	Biológico (*M. anisopliae*) y otros enemigos naturales. Insecticidas. Manejo adecuado del cultivo
	CICADIDAE	Chicharra	*Proarna invaria*	San Carlos	Las ninfas se alimentan del sistema radical provocando la muerte de la cepa.	Trampas de luz, Recolección de huevos, Prácticas culturales

FUENTE: SALAZAR (2007)

ESTRATEGIAS DE PREVENCION, MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS

El empleo de diversas estrategias de prevención, manejo y control de plagas, bajo el concepto y criterios de **Manejo Integrado (MIP)** en forma exitosa en el cultivo de la caña, se ha

fundamentado en una serie de condiciones del ambiente, la planta y la plaga que han sido investigadas para sustentar esas estrategias y aplicarlas de manera técnica, oportuna y eficiente. Es necesario conocer las condiciones naturales y el hábitat en las que se desarrolla la plaga, sus hábitos de vida (estadios, alimentación, hospedaje, desarrollo, reproducción), las condiciones del cultivo (variedades, adaptabilidad, fenología, manejo) y la disponibilidad de recursos para poder implementar las acciones recomendadas.

La información, la capacitación y el adiestramiento han sido en este sentido factores ligados permanentemente con la investigación y el desarrollo de metodologías y estrategias de prevención de plagas. Esta capacitación se realiza de manera permanente, individual y grupal utilizando diferentes didácticas y técnicas como son la visita directa a las fincas, las demostraciones de método, las charlas, los días de campo, los seminarios y los cursos especializados.

Seguidamente se comentan las estrategias seguidas por parte del Sector Azucarero Costarricense para realizar el control de plagas dañinas al cultivo de la caña de azúcar.

1) CONTROL BIOLÓGICO

El Control Biológico se puede definir como el empleo de organismos vivos para realizar el control de agentes plagas. Este interesante grupo de organismos y sustancias biológicas muestran un gran potencial de uso en una importante cantidad de cultivos y de sistemas de producción, no sólo para el combate de una amplia gama de insectos; sino también, para el combate de hongos y bacterias fitopatógenas. Su relativo bajo costo de producción, su selectividad hacia otros organismos y su bajo o nulo nivel toxicológico, los hacen muy atractivos (CATIE, 2004).

De forma temeraria aunque muy visionaria, técnicos, productores, industrializadores y directores relacionados con el sector agroindustrial de la caña de azúcar, decidieron desde hace

más de veintitrés años, que la alternativa del uso del control biológico en este cultivo podía ser viable, sostenible ambiental y económicamente y que le aportaría un importante "valor agregado" al cultivo de la caña de azúcar, al insertarlo como un proyecto pionero nacional y de gran prestigio mundial. Luego de tantos años puede asegurarse que no se equivocaron, pues los resultados están a la vista y así lo demuestran.

Se debe tener claro que las liberaciones masivas de estos organismos en los cultivos agrícolas no afectan la biodiversidad, además, está debidamente documentado que con un proceso gradual y técnicamente conducido, se logra un enriquecimiento biológico. Esto es palpable en el caso de la introducción a Costa Rica del parasitoide *Cotesia flavipes* para el control de larvas del Barrenador Común del Tallo, el cual se ha adaptado exitosamente en todas las regiones cañeras y es un excelente complemento de otros parasitoides nativos de larvas como la mosca *Billaea claripalpis*, y la avispa *Agathis* sp., así como parasitoides de huevos (*Trichogramma* spp. y *Telenomus* sp.). En el caso particular de los hongos entomopatógenos, el proceso implica la recolección de cepas que provocan la mortalidad de los insectos en el campo y su reproducción masiva para lograr un efecto aumentativo de inóculo con el fin de hacer control de las plagas.

En la localidad de Santa Gertrudis Sur de Grecia, Alajuela, se ubica la Estación Experimental de LAICA – operada por la ***Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)***, dentro de la cual funcionan de manera continua, desde el año 1984, los Laboratorios de Control Biológico, donde se reproduce de manera masiva diferentes tipos de Controladores Biológicos.

1.1.) **PARASITOIDE *Cotesia flavipes:***. Desde el año 1984 se viene de manera continua y sistemática reproduciendo en los laboratorios de DIECA la avispa *Cotesia flavipes* (HOMÓPTERA: BRACONIDAE), uno de los enemigos naturales más importantes utilizado

para el control del estadio larval del Barrenador Común del Tallo de la Caña de Azúcar (*Diatraea spp*). Durante esos 23 años de labor se ha logrado reproducir más de 513 millones de adultos del parasitoide (Cuadro 3) y se han liberado en plantaciones de caña de azúcar en Costa Rica y países de Centroamérica y México 456 millones en 22 años (Cuadro 4). El programa de reproducción y liberación de este insecto es reconocido como un proyecto exitoso por sus resultados a nivel de laboratorio y el control de la plaga en el campo, reportándose un nivel de Parasitismo promedio del 32%, con valores máximos hasta del 80% en diferentes especies y bajo diferentes condiciones de clima y altitud.. Gracias a la aceptación recibida de parte de los pequeños, medianos y grandes productores, se ha logrado cubrir un área de más de 51.400 hectáreas (Gráfico 1).

Cuadro 3.Número de adultos del Parasitoide *Cotesia flavipes* reproducidos en Costa Rica durante 23 años (1984-2006).

AÑO	INSECTOS PRODUCIDOS	AÑO	INSECTOS PRODUCIDOS
1984	8.020	1997	26.998.320
1985	516.520	1998	32.086.380
1986	5.398.447	1999	28.111.140
1987	22.964.557	2000	21.503.820
1988	25.165.865	2001	25.926.960
1989	24.542.280	2002	29.354.940
1990	22.584.840	2003	28.160.460
1991	15.404.946	2004	13.312.650
1992	17.985.660	2005	19.435.590
1993	20.475.660	2006	43.011.810
1994	28.767.450	**TOTAL**	**457.697.235**
1995	32.979.240	**PROMEDIO**	**21.795.106**
1996	28.522.500	**DESV. ESTANDAR**	**10.230.148**
		CV (%)	**45,85**

1.2.) **HONGOS ENTOMOPATÓGENOS:** En el año 1989 se inicio como complemento al programa de reproducción de avispas, la reproducción masiva de Hongos Entomopatógenos, reproduciendo inicialmente el hongo *Metarhizium anisopliae* con el objeto básico y estratégico de controlar la segunda plaga en importancia en el país en ese momento, mejor

Cuadro 4. Número de adultos del Parasitoide *Cotesia flavipes* liberados y área cubierta (has). Periodo 1985-2006 (22 años).

AÑO	INSECTOS LIBERADOS	AREA DE COBERTURA (Ha)
1985	262.500	17,5
1986	4.319.000	287,9
1987	20.500.000	1.366,7
1988	22.810.000	1.520,6
1989	21.963.000	1.464,2
1990	20.007.000	1.832,1
1991	13.429.000	1.251,0
1992	14.612.000	1.050,0
1993	16.309.000	1.582,5
1994	26.053.500	1.928,6
1995	29.737.500	1.850,8
1996	25.902.000	1.756,0
1997	25.462.500	3.184,0
1998	28.283.000	4.557,6
1999	25.033.000	4.065,4
2000	19.528.000	2.611,1
2001	23.098.000	4.131,2
2002	25.733.500	3.476,5
2003	26.739.000	3.369,5
2004	11.675.250	1.691,0
2005	14.384.500	2.356,0
2006	40.500.500	6.085,9
TOTAL	**456.341.750**	**51.436**
PROMEDIO	**20.742.807**	**2.338**
DESV. ESTANDAR	**8.784.305**	**1.466**
CV (%)	**44,27**	**62,69**

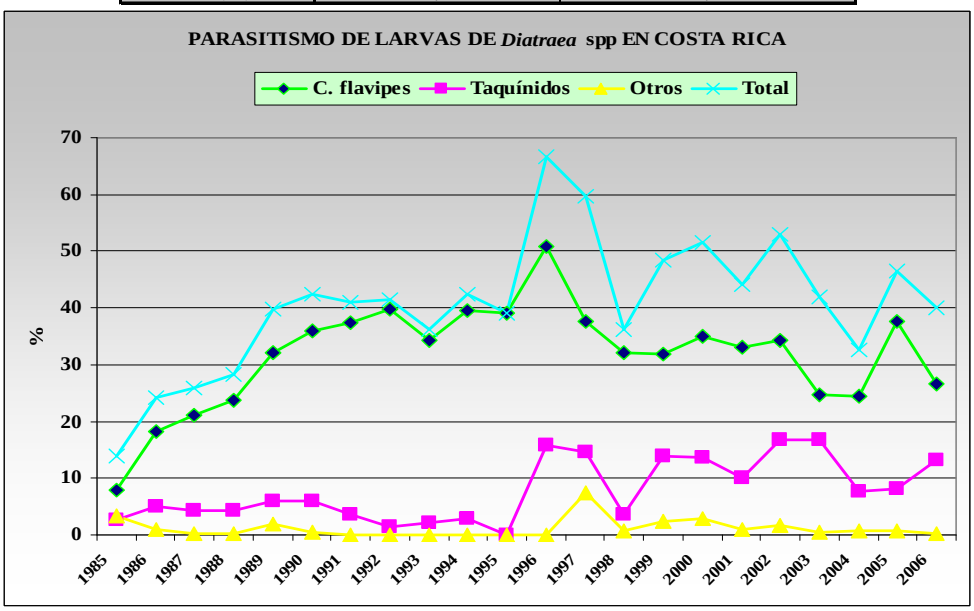


Gráfico 1. Parasitismo de larvas del Barrenador Común del Tallo por diferentes parasitoides.

conocida como Salivazo (*Aeneolamia* spp.). Posteriormente se reprodujo también el hongo *Beauveria bassiana*.

La producción de hongos entomopatógenos de esos dos géneros se realiza con el fin de controlar diversas plagas que atacan el cultivo de la caña de azúcar y también otras actividades agrícolas. El *M. anisopliae* se utiliza, o tiene potencial y viabilidad de uso, para el combate de estadios de huevos, ninfas y adultos del salivazo, ninfas y adultos de la cigarrita antillana, adultos del picudo de la caña de azúcar, la langosta voladora y el saltahojas y ninfas de la chicharra. Por otra parte, el hongo *B. bassiana* puede tener un potencial uso para el control del chinche de encaje, el picudo y también la langosta voladora. Ambos hongos se podrían utilizar, además en un importante grupo de insectos plagas, en otros cultivos como cítricos, palma aceitera, café, ornamentales, hortalizas, pasturas, palmito y otros de gran importancia económica.

En el Cuadro 5 se observa la reproducción de conidios de hongos en su sustrato (arroz), obtenida durante un periodo continuo de dieciocho años (1989-2006) de labor. Se ha producido durante el periodo indicado un promedio anual de 19 mil kg (19 TM) de esa formulación, para un total de 350.248,3 kg (350,2 TM), cubriendo un área cercana a las 73 mil hectáreas. Se reportan niveles de parasitismo de insectos plaga con estos hongos hasta del 57% como promedio, lo que es calificado como bastante bueno (Gráfico 3.)

2.) TRAMPAS

El sistema de trampeo (monitoreo o captura masiva) ha sido utilizado por muchos años como una práctica muy efectiva para realizar la captura de adultos de algunas plagas de cultivos. En caña de azúcar se han utilizado diferentes tipos de trampas con relativo éxito, ya que la eficiencia de las mismas depende de una serie de factores que los productores deben considerar al momento de establecerlas.

Cuadro 5. Producción anual de hongos entomopatógenos y cobertura realizada. Periodo 1989-2006 (18 años).

AÑO	HONGO + SUSTRATO (kg)	COBERTURA* (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	23.045,0	4.801,0
PROMEDIO	19.458,2	4.053,8
TOTAL	350.248,3	72.968,4
Desv. Estandar	11.661,5	2.429,5
C.V (%)	59,93	59,93

Gráfico 3. Parasitismo causado por el hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, usado en el control del Salivazo en Costa Rica.

2.1.) TRAMPAS ADHESIVAS DE COLOR AMARILLO: Estas trampas se utilizan para la captura de adultos del "salivazo" en todas las regiones donde se presentan problemas con la plaga. Son usadas para el monitoreo o captura masiva. Se ha determinado que una trampa de 60 x 80 cm puede capturar hasta 320 adultos / trampa / semana. Además, en el caso particular de los monitoreos, pueden indicar y revelar el momento oportuno para realizar el control exitoso de la plaga, siendo esto cuando se capturan 300 adultos/trampa/semana (SÁENZ, *et al* 1996, 2006; BADILLA Y SÁENZ, 1996).

2.2.) TRAMPAS DE BAMBÚ O RECIPIENTE PLÁSTICO: Para la captura de adultos del "picudo" se recomienda colocar trampas que "inviten" a este insecto a ingresar en busca de alimento. En las mismas se colocan trozos de caña con melaza para crear un efecto atrayente; pero además un insecticida que elimina a los insectos que ingresan. Se pueden dar variantes dependiendo de los recursos disponibles y los objetivos planteados según sea la naturaleza de los proyectos particulares.

2.3.) TRAMPAS CON FEROMONAS: Esta constituye una de las técnicas más utilizadas actualmente por parte de la agroindustria azucarera virtud de la alta eficacia alcanzada en la captura de adultos. La feromonas son sustancias químicas sintéticas cuya composición involucra varias sustancias de previo identificadas del insecto "meta" y producidas artificialmente en laboratorio. Son específicas y pueden ser feromonas sexuales que atraen a los machos o de agregación que atraen ambos sexos. Se usan para la captura de los conocidos "abejones de mayo", el "barrenador menor" (*E. lignosellus*) y también el "picudo".

2.4.) TRAMPAS DE LUZ: Otra estrategia muy valida y eficiente de control que depende en alto grado de la disponibilidad de algunos recursos importantes, pero que ha demostrado se puede adaptar a cualquier nivel tecnológico y productivo, es la utilización de Trampas de Luz para la captura de "abejones de mayo" y las "chicharras". Es necesario mencionar que entre

estas estrategias de manejo de las plagas, se promueve complementariamente para el caso de los “abejones de mayo”, el establecimiento y mantenimientos de árboles de Malinche (*Caesalpinia pulcherrima*), Guácimo (*Guazuma spp*), Poró (*Eritrina poeppigiana*) y otros, dentro de las fincas, debido a que son una fuente de alimento de estos insectos, por lo cual se pueden realizar capturas masivas con trampas de luz o con feromonas, así como control directo sobre los mismos.

3.) PREPARACION Y LABRANZA DE SUELO

Existen diferentes estrategias efectivas que pueden implementarse con el objeto de prevenir y controlar los efectos dañinos provocados por las plagas, que cumplen uno o más de sus estadios de vida en el suelo. La mayoría de estas estrategias incluyen alguna técnica de movimiento de suelo. Entre ellas destacan las siguientes:

3.1.) Eficiente preparación del suelo para la siembra

Preparación Convencional Mínima Labranza

3.2.) Labranza de suelos

Subsolada	Escarificación	Rastra Sanitaria
Desaporca	Aporca	

4.) PRACTICAS DE CULTIVO:

En la caña de azúcar se realizan una serie de actividades propias del cultivo que buscan proveerle las condiciones óptimas para lograr un mejor desarrollo y productividad.

Siembra oportuna	Semilla de Calidad
Uso de enmiendas	Uso de materia orgánica
Aplicación de fertilizantes	Control de Malezas
Remanga	Riego y Drenaje

5.) COSECHA EN VERDE

Los productores de caña de azúcar del país han tenido plena conciencia de los perjuicios ambientales y comunales que conlleva la práctica de la quema al momento de realizar la cosecha de las plantaciones, pese a que la misma se realiza principalmente por razones de costos (disminuye el costo de cosecha al lograr un mayor rendimiento de los cortadores), carencia de mano de obra calificada, limitantes de índole climático y topográfico por altas pendientes que imposibilitan mecanizar y riesgos laborales (presencia de serpientes venenosas y arañas), como lo señalara CHAVES (2006ab).

A pesar de ello, el área de caña cosechada bajo la modalidad de quemada viene siendo sistemática y paulatinamente disminuida con el tiempo, entanto que la quema accidental o premeditada y malintencionada realizada por personas ajenas a la voluntad del cañicultor es más frecuente y difícil de controlar. El sector azucarero y con ello los productores de caña vienen realizando un gran esfuerzo por invertir en maquinaria y equipos, acondicionar el diseño de sus fincas y proceder con la capacitación de operarios y funcionarios vinculados con la práctica, para realizar la cosecha de caña en verde (sin quemar). Esto implica grandes inversiones, afección de los rendimientos agroindustriales y la consecuente pérdida de competitividad (CHAVES 2006ab). En cualquiera de las modalidades de cosecha que se aplique se ha determinado la presencia de algunas plagas que son favorecidas; por ejemplo, el barrenador *E. lignosellus* le favorece la cosecha de la caña quemada, mientras que a la rata cañera y al salivazo le favorecen la cosecha en verde. Al ser la tendencia actual mayoritariamente hacia la promoción de la cosecha en verde, el incremento de los problemas por plagas, principalmente salivazo y ratas como se anotó, es también igualmente relevante.

6.) MONITOREOS

Ligado a esas diversas técnicas de control utilizadas, algunas de reciente implementación, mientras otras sustentadas en la práctica continua realizada desde hace muchos años, el monitoreo de poblaciones de insectos representa una estrategia básica y efectiva para atender el problema provocado por las plagas más importantes, de mayor cobertura y recurrencia en el país. Se ha logrado determinar con buen criterio técnico y alta representatividad, con base en investigaciones realizadas en el campo, los niveles de control óptimos para el "salivazo" y para el "barrenador común"; además de estimaciones de pérdidas inducidas en rendimientos y económicas muy precisas para esta última.

CONCLUSIONES

Con base en lo anotado anteriormente puede inferirse y concluirse lo siguiente:

1) El área de caña de azúcar cubierta por los programas de control biológico desarrollados por parte del sector azucarero nacional, es superior a las 124.000 hectáreas, lo cual es muy significativo al tratarse de una estrategia de control en algunos casos poco conocida y en otros aún no aceptada y adoptada por muchos agricultores nacionales.
2) Como beneficiarios directos del programa de control biológico desarrollado por DIECA, figuran la mayoría de los ingenios que industrializan la caña de azúcar y más de 7.000 productores de caña ubicados en las diferentes regiones cañeras de Costa Rica.
3) El sector azucarero costarricense ha generado y puesto al servicio de sus usuarios y el país, una alternativa para el control de plagas no degradante y ambientalmente amigable, evitando el uso excesivo de productos químicos tóxicos, con el consiguiente beneficio en el campo de la salud y el ambiente, siendo este un modelo a seguir y emular por parte de toda la agricultura nacional.

4) El modelo agrícola de producción moderna y no tradicional de caña de azúcar, se ha fundamentado y operado bajo el concepto de Manejo Integral del Cultivo (MIC), gracias al significativo aporte de las diferentes técnicas y estrategias de prevención, manejo y control de plagas utilizado (MIP), lográndose con ello un sistema de producción más sostenible, equilibrado y armonioso.
5) Con la implementación de las diversas estrategias MIP-MIC se obtiene una mayor rentabilidad del cultivo al requerirse una menor cantidad de insumos dirigidos hacia el control de plagas.

LITERATURA CITADA

1) ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 623 p.
2) BADILLA, F.; SÁENZ, C. 1996. Utilización de Trampas Amarillas como Criterio de Muestreo de Poblaciones de "Salivazo" *Aeneolamia postica* y *Prosapia* sp. *In:* Congreso ATACORI "*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*", 10, Guanacaste, Costa Rica, setiembre de 1996. Memoria. San José. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). p: 57.
3) CATIE, 2004. Control Biológico de Plagas Agrícolas. Managua, Nicaragua. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). 224p.
4) CHAVES SOLERA, M.A. 1994. Organización de la Agroindustria Azucarera Costarricense y Costos de Producción Agrícola de la Caña de Azúcar – Mayo 1994. San José, Costa Rica. DIECA-LAICA. Junio de 1994. 59 p.
5) CHAVES SOLERA, M. 2006a. Motivos y Razones para Quemar las Plantaciones de Caña de Azúcar en Costa Rica. *In:* 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). I Tomo. p: 248-253.

6) CHAVES SOLERA, M. 2006b. Consideraciones para la Quema Tecnificada de una Plantación Comercial de Caña de Azúcar en Costa Rica. *In:* 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). I Tomo. p: 254-260.

7) SÁENZ, C.; ALFARO, D. 1996. Nueva Tecnología para el Manejo de los Cercópidos *Aeneolamia postica* y *Prosapia* spp., en las Regiones Cañeras de Costa Rica. *In:* Congreso ATACORI "*Cámara de Productores de Caña del Pacífico*", 10, Guanacaste, Costa Rica, setiembre de 1996. Memoria. San José. Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI). p: 57.

8) SÁENZ A., C.; SALAZAR B. J.D.; RODRÍGUEZ M.; A. ALFARO S. D.; OVIEDO A. R. 2006. Métodos de Control de Plagas en la Caña de Azúcar Aplicando Principios de Producción más Limpia *In:* 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). I Tomo. p: 468.

9) SALAZAR. 2007. Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica. Hoja Divulgativa. LAICA-DIECA. En imprenta.