

EXPERIENCIAS

Control biológico de plagas agrícolas en Venezuela: los logros históricos de la empresa Servicio Biológico (SERVBIO)

Biological control of agricultural pests in Venezuela: Historical achievements of
Servicio Biológico (SERVBIO)

Francisco Ferrer Wurst¹

Resumen

Servicio Biológico, SERVBIO, empresa situada en el valle del Turbio, estado Lara, Venezuela, fundada por el autor entre 1977 a 2008, se dedicó a la producción de controladores biológicos y su uso en la agricultura venezolana, iniciándose en el control de los taladradores de la caña de azúcar del género *Diatraea*, con la mosca amazónica, *Lydella* (= *Metagonistylum*) *minense* (Diptera: Tachinidae), la cual se utilizó exclusivamente hasta el año 1988. Después de seis años de haber realizado liberaciones en todo el territorio, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) se estableció en 1987 en Ureña (estado Táchira) y Cariaco (estado Sucre), por lo que se inició en 1988 su producción masiva. Entre 1962 y 2011, se disminuyeron los porcentajes de intensidad de infestación de 15 % hasta 1.68 % en el área de la Azucarera río Turbio y se tuvo un beneficio: costo del control biológico de 41.25 a 1. SERVBIO incursionó en la producción de diferentes controladores biológicos; en particular, desarrolló técnicas de producción, y su aplicación en los programas de manejo integrado de plagas (MIP). La introducción de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), desde un inicio, mostró efectividad con resultados, de alto parasitismo, y ahorro del uso de plaguicidas. *T. remus* es utilizado en la actualidad en los programas de MIP del maíz y otras gramíneas. También SERVBIO experimentó la utilización del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* para el control de la candelilla o salivazo de la caña de azúcar, *Aenolamia varia*, lográndose 80 % de control en una hacienda en Turen (estado Portuguesa); por lo cual es adoptado actualmente para el MIP de la caña de azúcar. Por lo tanto, para las plagas clave de este cultivo, se cuenta con controladores biológicos eficientes. SERVBIO ha sido una empresa que ha prestado una labor educacional, que conduce trabajos de investigación y pasantías profesionales, tesis de grado, y prácticas para estudiantes de pregrado y posgrado. También ha prestado asesorías para instalación de laboratorios.

Palabras clave: *Cotesia*; *Diatraea*; *Heterorhabditis*; *Lydella*; MIP; *Telenomus*

Abstract

Servicio Biológico (SERVBIO), a company located in the Turbio valley, state of Lara, Venezuela and founded by the author between 1977 and 2008, was dedicated to the production of biological controllers and their use in Venezuelan agriculture. SERVBIO began controlling sugarcane borers of the genus *Diatraea*, with the amazonian fly, *Lydella* (= *Metagonistylum*) *minense* (Diptera: Tachinidae), which was used exclusively up to 1988. After six years of

¹ Asesor, Corporación de Desarrollo Endógeno y Economía Social del Estado Lara; Asesor de la Academia de Ciencias Agrícolas de Venezuela, Venezuela. donfranciscowurst@gmail.com



country-wide releases, *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) was established in 1987 in two locations: Ureña (state of Táchira) and Cariaco (state of Sucre), with its massive production starting in 1988. From 1962 to 2011, infestation intensity percentages were reduced from 15 % to 1.68 % in the area of the Rio Turbio Sugar Factory, showing the cost-benefit of biological control from 41.25 to 1. SERVBIO ventured in the production of different biological controllers, especially developing production techniques and applying them to integrated pest management (IPM) programs. The introduction of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), showed since the beginning effectiveness with high parasitism results and savings in the use of pesticides. *T. remus* is currently used in IPM programs for corn and other grasses. SERVBIO also experimented with the use of the nematode *Heterorhabditis bacteriophora* to control the “candelilla” or sugarcane spittlebug, *Aeneolamia varia*, achieving 80 % of control in a farm in Turen (state of Portuguesa); consequently, it is currently implemented in sugarcane IPM. Therefore, efficient biological controllers are used for the key pests of this crop (*Diatraea* spp. and *A. varia*). SERVBIO provides educational services, conducts research projects, and offers professional internships, graduate thesis, and internships for undergraduate and graduate students. SERVBIO has also provided advisory services on the installation of laboratories.

Keywords: *Cotesia*; *Diatraea*; *Heterorhabditis*; IPM; *Lydella*; *Telenomus*

1. Introducción

Con el propósito de tener una actividad dinámica que siga los principios de “la investigación a la práctica” surgió la idea del autor, de formar la empresa Servicio Biológico, C. A. (SERVBIO) para llevar a cabo la aplicación de la amplia investigación disponible en el área del control biológico de plagas agrícolas y así llevarla directamente a la práctica, además de ir adaptando y mejorando la tecnología disponible, de tal manera que se aplique pensando mejorar el manejo integrado de plagas (MIP) e ir evolucionando para lograr alternativas diferentes a los plaguicidas que causan un daño muy grande al ecosistema, y al ser humano. Así surge la idea de trabajar en la producción de biocontroladores en una empresa autosustentable, la cual aplicaría la tecnología disponible para ir mejorando las técnicas de reproducción y su uso en forma práctica.

En 1975, se propuso producir la mosca amazónica, *Lydella* (= *Metagonistylum*) *minense*, en cantidades masivas, de tal manera que se lograra un control adecuado de los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) y la sostenibilidad de una empresa.

Como antecedentes a la formación de SERVBIO, en Acarigua (estado Portuguesa) se fundó en 1975 la empresa Servicio de Control Integrado (SERCOIN) por parte del autor y en sociedad con el Central Azucarero Portuguesa (estado Portuguesa), bajo la idea de Argenis Vivas, quien era el presidente del Central, y de la Unión de Productores de Azúcar de Venezuela (UPAVE). Esta empresa empezó a producir moscas amazónicas en volúmenes que pudieran atender los centrales azucareros del país, se pensó que sería una actividad sustentable al contar con un mercado cautivo de los centrales asociados a UPAVE, los cuales requerían de este parasitoide para controlar el complejo de taladradores.

La mosca amazónica anteriormente ya se producía en varios laboratorios pertenecientes al Instituto para el Fomento de la Producción Azucarera (IFPA). Estos laboratorios estaban en diferentes localidades: Río Turbio (estado Lara), Ureña (estado Táchira), Motatan (estado Trujillo),



Cariaco (estado Sucre), Cumanacoa (estado Monagas) y Venezuela (estado Zulia): en ellos se producía este parasitoide bajo la técnica de usar como huésped *Diatraea saccharalis*, criada en mazorcas de maíz tierno, por lo cual se tenía que mantener parcelas sembradas, contiguas a los laboratorios. Para la producción, en grandes números, del parasitoide se aplicó la utilización de las dietas artificiales introducidas por el autor, que permitirían reproducir al huésped en mayor cantidad, lográndose así abaratar el costo de producción.

SERCOIN tuvo una duración corta (1975-1977), al tenerse la producción de un solo parasitoide, por lo cual no había una rentabilidad sostenible, y por no tener la disponibilidad de una instalación adecuada y una continuidad de la demanda. En 1977 se fundó el laboratorio de Servicio Biológico S.R.L (SERVBIO) con esta experiencia inicial, pero con la idea de tener una oferta de mayor variedad de controladores biológicos. Su nueva instalación se inauguró en 1980, y fue construida en tiempo record, con un financiamiento del Banco de Desarrollo Agropecuario (BANDAGRO).

Para cumplir con la producción de controladores biológicos, el laboratorio se dotó de los equipos necesarios para su funcionamiento. Para acatar la labor técnica y social, desde un principio se contrató personal de las comunidades vecinas, Chorobobo, El Taque y Patio Grande (Barquisimeto, estado Lara). Este personal fue adiestrado para realizar labores de producción de controladores biológicos para la caña de azúcar y luego ampliar sus servicios a otros cultivos, de tal forma que se tuviera una oferta de diferentes elementos.

Hasta 1989, la producción del laboratorio consistió principalmente de moscas amazónicas, y de manera simultánea, inició la producción de la avispa braconídea *C. flavipes*. Esto se derivó del éxito en las experiencias preliminares, pues después de haberse liberado a través de todo el país, entre 1975 a 1981, se estableció entre 1987 y 1988, lo que muestra poder controlar todas las especies de *Diatraea* (*D. saccharalis*, *D. rosa*, *D. busckella*, *D. centrella* y *D. impersonatella*).

Se trabajó con varios parasitoides de plagas de diferentes cultivos. Para el cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*, se introdujo al país el microhimenóptero *Telenomus remus* desde el Commonwealth Institute of Biological Control, de Trinidad y Tobago, el cual tuvo éxito desde su primera liberación en el control de dicha plaga.

Además de los logros con los parasitoides *C. flavipes* y *T. remus*, se realizaron varias introducciones por SERVBIO. En el **Cuadro 1** se presentan los biocontroladores que SERVBIO introdujo, y utilizó de forma práctica. Destaca la producción de crisopas (Neuroptera: Chrysopidae), *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Trichogramma* spp., (Hymenoptera: Trichogrammatidae), nematodos entomopatógenos, y otros biocontroladores.

Desde 1977 a 2008, SERVBIO ha actuado como una especie de escuela para varias generaciones de profesionales, que en la actualidad desempeñan esta labor tanto en el país como internacionalmente. En SERVBIO se realizaron alrededor de 50 diferentes trabajos de pasantías e investigación profesional en diferentes niveles educacionales (estudiantes en general, técnicos superiores universitarios, ingenieros y maestrías). Además, anualmente en SERVBIO se realizaban prácticas educacionales sobre el control biológico, por lo menos de dos a tres visitas anuales.



Cuadro 1. Agentes de control biológico introducido en Venezuela por SERVBIO
Table 1. Biological control agents introduced in Venezuela by SERVBIO

Fecha	Controlador biológico	Procedencia	Hospedero/presa	Cultivo	Nivel de éxito*
1977-1979	<i>Cotesia flavipes</i> (Lep.: Pyralidae)	Trinidad CIBC-Colombia	<i>Diatraea</i> spp.	Caña de azúcar	E
1986	<i>Telenomus remus</i> (Hym.: Scelionidae)	Trinidad CIBC	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Maíz	E
1987-92	<i>Spalangia endius</i> Walker <i>Muscidifurax raptor</i> (Hym.: Pteromalidae)	Perú-SENASA	Moscas comunes-Muscidae	Moscas comunes	P-I
1991-92	<i>Copidosoma koehleri</i> (Hym.: Encyrtidae)	Perú-SENASA	<i>P. operculella</i>	Papa, tomate	P-I
1992-99	<i>Chrysoperla externa</i> (Neuroptera: Chrysopidae)	Perú-SENASA, Colombia, Lab. Perkins	Varias plagas <i>P. operculella</i>	Varios cultivos	E
1992-99	Baculovirus <i>Phthorimaea</i>	Perú-CIP	<i>P. operculella</i>	Papa, tomate	P-I
1998	<i>Aegeniaspis citrcola</i> (Hym.: Encyrtidae)	Perú-SENASA	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Cítricos	E-C
2000	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Cuba, Lab. Quivican	Insectos del suelo, <i>Aeneolamia varia</i> Fabricius	Caña de azúcar	E
2006	<i>Tetrastichus howardi</i> (Hym.: Eulophidae)	Cuba, Lab. Quivican	<i>Diatraea</i> spp. Lepidópteros en general	Caña de Azúcar	P-I
2008	<i>Orius insidiosus</i> (Hemiptera: Anthocoridae)	Perú-SENASA	Ácaros e insectos de cuerpo blando	Varios cultivos	

(*) E = resultado exitoso; P = Éxito parcial; P-I = en investigación; E-C= éxito completo

2. Aspectos generales de la empresa SERVBIO

Desde 1977, dicha empresa se registró como compañía de responsabilidad limitada (SRL) y funcionó inicialmente en un local proporcionado por el Central Azucarera Río Turbio, en Barquisimeto, estado Lara, Venezuela, donde se empezó a producir moscas amazónicas. En 1980 se mudó a la nueva instalación situada en la misma zona del valle del Turbio. Se constituyó, desde 1988 como una sociedad anónima.



En 1991 pasó a ser una empresa mixta con Palmaven, filial de Petróleos de Venezuela, C. A. (PDVSA), y entre noviembre de 1996 y abril de 1999 condujo un proyecto financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) para el estudio del manejo integrado de las plagas del maíz, sorgo, papa, hortalizas y de las moscas comunes. La sociedad con Palmaven se mantuvo hasta 2001, con Francisco Ferrer como único propietario, y SERVBIO continuó como empresa independiente hasta 2008, cuando se realizó su transferencia al Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI).

3. Desarrollo de la producción de controladores biológicos

3.1 Mosca amazónica y *Cotesia flavipes* en caña de azúcar

La mosca amazónica se ha liberado desde 1951 en el valle del Turbio, para controlar los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) (Guagliumi, 1957; Linares y Ferrer, 1990). El especialista Harold Box y sus colaboradores del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) en Maracay, estado Aragua, iniciaron su producción en 1952 en los laboratorios de la Estación Experimental del MAC en El Limón, Maracay, y en el Central Azucarero El Palmar en La Victoria, ambos en el estado Aragua (Box, 1953). Desde el inicio, varios centrales azucareros de Venezuela adoptaron el método de controlar al taladrador de la caña de azúcar con el uso de moscas amazónicas.

Las primeras liberaciones en el área de la Azucarera Río Turbio (antes Central Río Turbio), fueron realizadas por la Estación Experimental de Occidente (hoy INIA, Yaritagua, estado Yaracuy). En el periodo 1951 a 1955 se liberaron 17 800 moscas amazónicas, y 24 686 entre 1956 y 1957 (Guagliumi, 1957). Mediante las liberaciones de *L. minense*, el porcentaje de intensidad de infestación de la caña de azúcar (% I.I.= porcentaje de entrenudos perforados por taladradores) era de aproximadamente del 20 %, entre 1951 y 1958, el cual se redujo a 15 % en 1962 (Ferrer, 2012) (Figura 1).

En el área de influencia de La Azucarera Río Turbio hubo una reducción de la intensidad de infestación hasta el 7 % entre 1986 y 1988. Salazar (2004), citado por Hernández (2010), estableció que *L. minense* parasitaba preferentemente a *D. saccharalis*, y no de manera muy eficiente a las otras especies, en especial a *D. centrella*, la cual era prácticamente inmune, al encapsular la larva de la mosca.

SERVBIO la produjo exclusivamente hasta 1989, pero se comenzó a utilizar *Cotesia flavipes* al contar con resultados positivos obtenidos desde 1987 con especímenes traídos de Colombia y del Commonwealth Institute of Biological Control (CIBC). Entre 1977 y 1981 se realizaron liberaciones en diferentes estados del país, y solo después de seis años, en 1987, se detectó su establecimiento en dos lugares distintos, en las localidades de Ureña (estado Táchira) y Cariaco (estado Sucre) (Linares y Ferrer, 1990). Esto se podría explicar porque hubo una “climatización” de la especie, como ha ocurrido en otros países. Al contar con este asentamiento, se recolectó



dicho material y se trasladó al laboratorio de SERVIBIO, donde se empezó a reproducir masivamente, y liberar dentro de los programas MIP en todos los centrales azucareros del país.

En el área de influencia de la Azucarera Río Turbio, solo cuando se introdujo *C. flavipes* reproducida por SERVIBIO se pudo reducir el % I. I., detectándose los primeros reportes de parasitismo en campos adyacentes al laboratorio, debido al escape de avispas hacia zonas aledañas. Luego se observó una expansión rápida a zonas que estaban hasta 20 km de distancia del laboratorio, como el sector El Rodeo (estado Yaracuy).

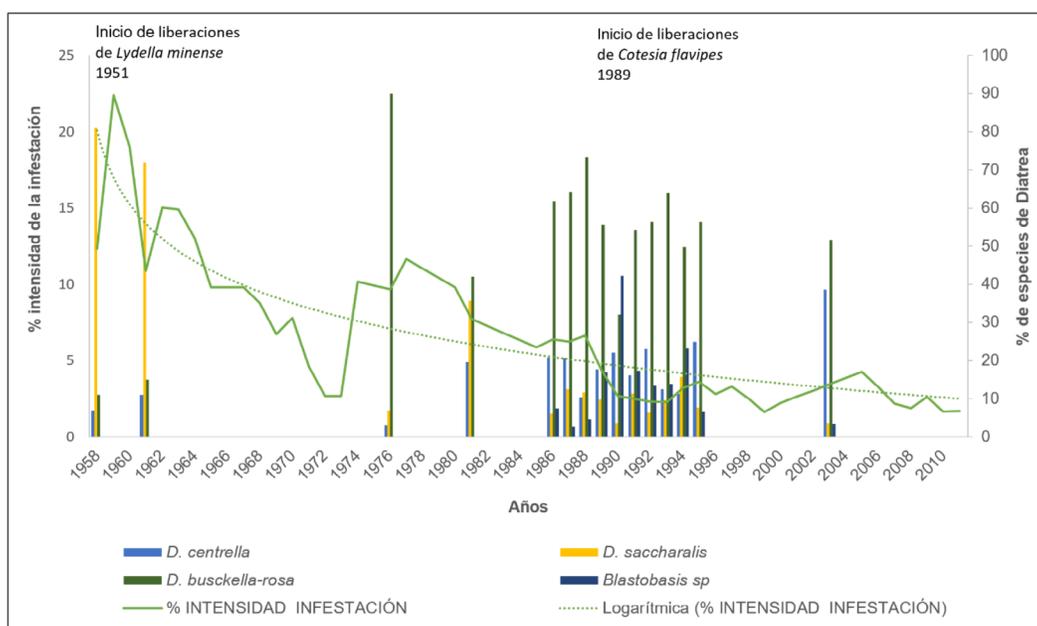


Figura 1. Porcentajes de intensidad de infestación y especies de taladradores en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio, desde el inicio de liberaciones de parasitoides.

Figure 1. Percentages of infestation intensity and species of borers in the area of influence of the Azucarera Río Turbio, since the beginning of parasitoid releases.

3.2 Producción y manejo de la mosca amazónica y *C. flavipes*

El funcionamiento del laboratorio requirió de personal para las diferentes labores, especialmente de una persona dedicada a la preparación de dietas artificiales. La dieta se vertía en vasos de 1 oz. de capacidad, en los cuales se realizaba la siembra de las larvas de *Diatraea*, y en 13 a 14 días eran parasitadas con *C. flavipes* o moscas amazónicas. La labor se realizaba sucesivamente: preparación de dietas, siembra, incubación, parasitación y emergencia de los parasitoides, además de un proceso de mantenimiento del pie de cría; esto era llevado a cabo en salas diferentes con su control de ambiente adecuado, para cada proceso, y personal dedicado en cada labor.



La dieta utilizada en un inicio era similar a fórmulas y técnicas establecidas a las empleadas por laboratorios estadounidenses, por lo cual se tenía que importar sus ingredientes, pero debido a sus costos y la dependencia que se originaba, se decidió reemplazar elementos como las sales minerales (sales Wesson), agar, complejos vitamínicos, germen de trigo, etc. Por ello, se estableció una formulación con ingredientes obtenidos localmente (Ferrer y Guedez, 1990a). Se tomó en cuenta investigaciones de la dieta artificial desarrollada en Perú por el especialista Saúl Risco, la cual tenía como componente básico, harina de hojas de maíz y otros elementos de adquisición local.

En una oportunidad al viajar hacia el Central Azucarero Venezuela (El Batey, estado Zulia) observamos en la hacienda ganadera El Muro (Sabana de Mendoza, estado Trujillo) la utilización del pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) deshidratado y molido finamente para la elaboración de piensos para ganado vacuno. Tuvimos la idea de utilizar este elemento como parte de la dieta, y con esta innovación pudimos disminuir la cantidad de agar y eliminar las sales Wesson.

3.3 Volúmenes de producción de mosca amazónica y *C. flavipes*.

Entre 1977 y 1989, SERVBIO produjo cerca de 2 600 000 especímenes de moscas amazónicas, y 1 452 000 (a razón de 30 individuos por hectárea), a partir de 1989 y hasta 2008. En ese mismo periodo se produjeron 508 869 gramos de *C. flavipes*, equivalentes a 508 869 000 avispi-tas, que se usan a razón de 1 g/ha. Si se descuenta el pie de cría, se cubrió un total de 461 000 ha. En la **Figura 2** se muestra la producción de moscas amazónicas y *C. flavipes* desde 1989 a 2008.

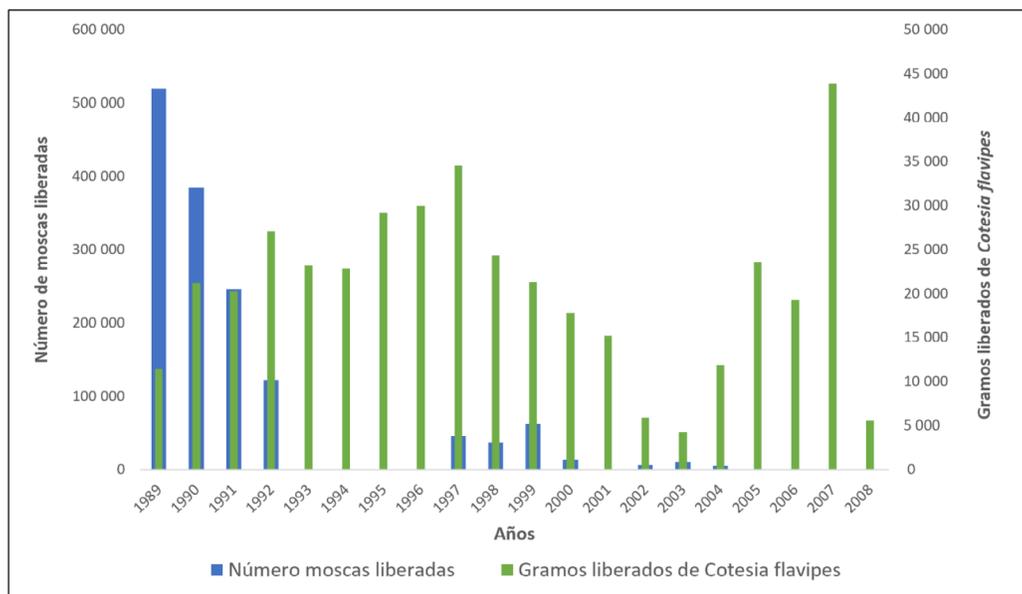


Figura 2. Producción de moscas amazónicas y *Cotesia flavipes* entre 1989 y 2008.

Figure 2. Production of Amazon flies and *Cotesia flavipes* between 1989 and 2008.



3.4 Beneficios económicos en el área de la Azucarera Río Turbio

Mediante un estudio realizado entre 1986 y 1989, se determinó que las pérdidas económicas en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio (estado Lara), se podían estimar con base en un factor de pérdida (FP) de 0.7 %, es decir, que por cada 1 % de entrenudos perforados por los taladradores, se perdía un equivalente a 0.7 % en sacarosa (Ferrer y Guedez, 1990b).

Con base en esta estimación, al contar con la información disponible del porcentaje de intensidad de infestación promedio anual (% I.I.), y tonelajes producidos de azúcar reportados por el Central, se estimó el beneficio: costo, derivado por la utilización del control biológico en el periodo de 1962 a 2011. En este estudio se determinó que el costo total del control biológico alcanzó un valor de US \$ 1 170 721.25, mientras que el valor de azúcar recuperada fue de US \$ 48 269 940.26, lo cual indica que la relación beneficio costo (beneficio:costo) fue de 41.25:1.

Por tanto, el uso de *C. flavipes* representa un indudable logro de SERVIBIO, después de introducir, realizar ensayos de laboratorio, y liberaciones en diferentes áreas azucareras del país. Por ejemplo, en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio, es clara la evolución del % I.I. (Figura 1); especialmente, se aprecia que desde 1998 comienza a declinar el % I.I. de 7 % hasta llegar en 2011 a un valor del 1.68 % (Ferrer, 2012).

Cuadro 2. Beneficios del control biológico entre 1962 y 2011 en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio
Table 2. Benefits of biological control between 1962 and 2011 in the area of influence of the Azucarera Río Turbio

Zafras	Azúcar salvada (Tm)	Valor de azúcar salvada (US \$)	Costo del control biológico (US \$)	Beneficio:Costo
1962-1971	13 350.52	2 489 282.07	86 220.10	28.87
1972-1981	17 754.64	6 193 859.15	202 292.91	30.62
1982-1991	33 812.67	11 617 501.31	287 269.07	40.44
1992-2001	51 361.18	14 227 612.72	333 512.68	42.66
2002-2011	40 966.22	13 761 685.01	261 426.71	52.64
Totales	157 245.23	48 289 940.26	1 170 721.46	41.25

4. *Telenomus remus* en cereales

Los cultivos del maíz y sorgo son de especial importancia para gran parte de la población rural de Venezuela. Por ejemplo, en el año 1988 el área combinada de ambos cultivos sumó 800 000 ha, aproximadamente. La plaga más importante en estos cultivos es el cogollero del maíz *S. frugiperda* y, con menor incidencia, *Mocis latipes* y *Helicoverpa (=Heliothis) zea* (Lepidoptera: Noctuidae). Varios plaguicidas se han usado para controlar estas plagas, pero en vista del bajo precio del maíz en esos años, con una producción promedio de 3 000 kg/ha, no era económicamente rentable usar el control químico. Por esta razón, el control biológico fue una alternativa a considerar.

En vista de esta situación se hizo necesario la posibilidad de utilizar controladores biológicos. La introducción de *T. remus* se vio muy atractiva por ser una alternativa muy viable



para controlar al cogollero del maíz. Este parasitoide de huevos lo obtuvo SERVBIO del Commonwealth Institute of Biological Control. Una vez adquirido, se procedió desde el inicio a optimizar su producción y así comenzar con su aplicación práctica en el campo. Los primeros ensayos con *T. remus* se condujeron en 1987 en el caserío Tapa la Lucha, cerca de Yaritagua (estado Yaracuy). Seis semanas después de realizar liberaciones se observó 90 % de parasitismo sobre huevos de la plaga, en un radio de 100 m del punto de liberación (Hernández *et al.* 1989).

Después de este logro, desde 1988 a 1994, SERVBIO condujo numerosos ensayos con la finalidad de estudiar la dispersión, efectividad y resultados económicos en varios estados de Venezuela (Ferrer 1992; Ferrer 2001; Fuentes *et al.* 2012). En 1994 se implementaron los programas de control biológico y MIP en un total de 1960 ha, en los estados Lara, Yaracuy, Portuguesa y Barinas, donde se alcanzó un ahorro promedio de 49 %, comparado con el costo de un programa sin aplicación del MIP (**Cuadro 3**).

El agricultor Jesús Lima, dirigente del grupo de productores del valle de Las Velas (estado Yaracuy), quien desde 1991 había experimentado con y liberado a *T. remus*, reportó en 1994 su experiencia. De 2064 ha que comprende el valle, liberaron 4 083 000 *Telenomus* en 738.5 ha, correspondientes a 113 agricultores. En consecuencia, el 27 % de ellos no aplicaron insecticidas, 55 % aplicaron solo una vez, y el 18 % dos veces, cuando lo usual había sido un promedio de tres aplicaciones (Lima, 1998). Este agricultor llegó a fomentar el uso del *Telenomus*, popularizándolo y produciéndolo artesanalmente en su casa, con una dieta a base de hojas de tártago o higuierilla (*Ricinus communis*) para criar a *S. frugiperda*. Como una curiosidad, en la puerta de su casa colocó un anuncio que decía: “Se venden tetas y *Telenomus*”; se denomina tetas a los helados empacados en bolsitas plásticas.

En el mismo valle de Las Velas, en 1997 el número promedio de *T. remus* liberado fue de 3 848/ha, junto con liberaciones de *Trichogramma pretiosum*, también parasitoide de huevos. Es evidente que se obtuvieron ahorros significativos con el uso del control biológico, en comparación con el de insecticidas, con 44 % en beneficio: costo (**Cuadro 4**). En total, 34.2 y 21.8 % de las cantidades de insecticidas en polvo y líquidos presupuestados, respectivamente, se usaron en el programa de MIP, comparado con un sistema convencional, con uso exclusivo de insecticidas, y el costo de control de *S. frugiperda* se redujo en forma muy importante (Ferrer, 2001). En 1999 se repitieron estos éxitos en el valle de Las Velas, cuando los productores, en su mayor parte, no aplicaron insecticidas en cerca de 1600 ha, mediante un sistema de MIP en maíz.

En resumen, el total de *T. remus* producidos desde 1992 a 2008 correspondió a 152 697 millares, para atender 15 736 ha de maíz y 6758 ha de sorgo, con tal éxito, que disminuyó hasta en 80 % el costo del control del cogollero.



Cuadro 3. Costos de MIP en campos de maíz en cuatro estados de Venezuela en 1994, durante el periodo de lluvias

Table 3. IPM costs in corn fields in four states of Venezuela in 1994, during the rainy season

Estado	Área (ha)	Liberaciones T. remus (x1000)	Visitas-monitoreo	Costo estimado sin MIP (US \$)	Costo total con MIP (US \$)	Ahorro estimado con MIP (US \$)
Portuguesa	501	3 350	133	30 925	19 961	10 964
Lara	100	926	31	6 173	1 969	4 204
Yaracuy	759	3 365	IND ²	46 881	20 121	26 760
Barinas	200	1 600	IND ²	8 320	5 190	3 130
Totales	1 560	9 241	164	92 290	47 241	45 058

Cuadro 4. Resumen de los costos reales del Programa MIP Campesino en el área del estado Yaracuy, en 1997

Table 4. Summary of the real costs of the Campesino MIP Program in the Yaracuy state area, in 1997

Comunidad	Área (ha)	Costo del MIP (US \$/ha)				MIP Total	Costo real con MIP (US \$) ¹	Presupuestado sin MIP (US \$) ²	Ahorro estimado con MIP (US \$)
		T. remus	Monitoreo	Insecticidas	MIP Total				
Valle Blanco	128	11.49	0.44	10.09	22.02	2 819	7 466	4 647	
El Palmar	206	16.11	7.22	9.12	32.43	6 681	12 016	5 335	
Las Cañadas	127	10.32	5.24	10.54	26.1	3 315	7 408	4 093	
Las Velas	319	8.5	8.45	22.09	39.04	12 454	18 607	6 153	
El Rodeo	112	17.55	10.08	6.25	33.88	3 795	6 533	2 738	
Agua Viva	52	7.55	10.49	17.7	35.74	1 858	3 033	1 176	
Promedio		11.92	6.98	12.63	31.53	-----	-----	-----	
Total	944					30 922	55 063	24 141	

¹ costo promedio por ha con MIP: US \$ 32.76 (Bolívares 16 380)

² presupuesto por ha: US \$ 58.33 (Bolívares 29 165)



5. Desarrollo de diversos controladores biológicos

5.1 Trichogramma

Mediante la producción de la polilla de los cereales, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) en granos de trigo o sorgo, SERVBIO mantuvo una cría del microhimenóptero *Trichogramma* spp., en especial para controlar diferentes plagas de lepidópteros, el cual es un candidato casi obligatorio para incluirlo en prácticamente todos los programas de MIP. Su técnica de producción es bastante sencilla, habiéndose instalado hasta 400 gabinetes de producción de *S. cerealella* para mantener crías significativas de *Trichogramma* spp. y así abordar programas junto con las crisopas, lo que constituye una buena base para aplicar el MIP en casi todos los cultivos hortícolas. En el periodo de 1997 a 2005, SERVBIO llegó a producir 727 305 pulgadas cuadradas de huevos parasitados, y se cubrieron 3627 ha de diferentes cultivos.

5.2 Crisopas

Las crisopas comprenden varias especies de la familia Chrysopidae (orden Neuroptera). En SERVBIO se reprodujo principalmente *Chrysoperla externa*, la cual se liberó en varios cultivos. La producción de crisopas entre 1996 y 2005 alcanzó 232 802 000 unidades, que se distribuyeron en 5820 ha de cultivos hortícolas y en tabaco, con un resultado exitoso en una plantación de pimentón o chile dulce en la localidad de Humocaro Bajo (estado Lara) en octubre de 1996, donde se realizaron liberaciones de crisopas mediante dosis de 20 000 larvas/ha por semana, durante ocho semanas, observándose un eficiente control sobre las poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pasadores de la hoja (*Liriomyza* sp.) y áfidos (*Aphis* spp.). Estos programas de MIP se complementaron con liberaciones de *Trichogramma exiguum*, para controlar el perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) (Ferrer *et al.* 1999).

5.3 Nematodos entomopatógenos

En una visita realizada en 2000 al Laboratorio Pablo Noriega, localizado en Quivicán, La Habana, Cuba, obtuvimos la cepa inicial del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, la cual se incorporó en el laboratorio para reproducirla, se utilizó larvas de último instar de *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae).

El principal logro de SERVBIO fue obtener un control de las ninfas de la candelilla o salivazo (*Aeneolamia varia*), la cual es la segunda plaga en importancia en caña de azúcar en Venezuela. Se efectuó un ensayo en el estado Portuguesa, utilizándose dosis entre 50 a 100 millones de nematodos por hectárea, con lo cual se obtuvo un control de ninfas de hasta 80 % (Ferrer *et al.* 2004).

Los laboratorios del Central Azucarero Agroindustrial Ezequiel Zamora (CAAEZ) y de la Fundación para el Desarrollo de la Caña de Azúcar (FUNDACAÑA) adoptaron el uso de nematodos en sus programas para el control de la candelilla, por lo que mantienen producciones importantes, y se viene utilizando ya como una solución para el combate de esta plaga. Mediante



este logro se puede considerar a la caña de azúcar como un cultivo candidato a ser libre de plaguicidas, por contarse además con la utilización de hongos entomopatógenos para el control de los adultos de candelilla y mediante los parasitoides, *C. flavipes* y *L. minense* para el control de los taladradores.

5.4 Virus entomopatógenos

Dentro del proyecto financiado por el CONICIT, se pudo instalar una producción del baculovirus de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), y además fue posible realizar varios trabajos de investigación, mediante la participación de estudiantes de pregrado y posgrado, con la cooperación técnica del Centro Internacional de la Papa (CIP) (Ferrer *et al.*, 1999). En 1992 se realizaron bioensayos de laboratorio y campo para determinar la capacidad infectiva en *S. frugiperda*. de Spodopterin®, producto comercial de un baculovirus, de la empresa francesa Calíope. Con este virus entomopatógeno, en conjunto con cepas nativas mantenidas en el laboratorio, se condujeron estudios del efecto de las dosis de inoculación sobre los estadios de las larvas y el tiempo de acción, determinándose que los estadios II y III eran los más susceptibles y el tiempo de acción de 6 a 7 días, para un 50 % de mortalidad. También se realizaron aplicaciones del virus en campos de maíz para controlar a *S. frugiperda*, con resultados prometedores (Romero 1997).

5.5 Parasitoides de moscas comunes

SERV BIO inicio producciones de *Spalangia* spp. y *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae), a fin de incorporarlos en programas de MIP. Se realizaron liberaciones periódicas, junto con la utilización de trampas atrayentes, más prácticas agrícolas y un monitoreo periódico. En 1998 se iniciaron dos programas de MIP de moscas comunes, uno en la empresa ganadera Productos Lácteos Flor de Aragua, C. A., (estado Trujillo), con ganado vacuno para ceba, y otro en la Beneficiadora de Aves Barquisimeto, C. A. (estado Lara), con pollos de engorde para beneficio. Dichas actividades consistieron en liberar los parasitoides, recopilar los datos y tomar muestras en el campo, cada dos semanas. Mediante liberaciones inundativas de los parasitoides, en la primera empresa se logró un porcentaje de parasitismo de 81.33 % por parte de *Spalangia endius*, y de 72.97 % en la segunda (Ferrer *et al.*, 1999).

6. Actividades educativas, publicaciones y asesoramiento en tesis de grado

Cabe destacar que desde 1977 hasta 2008, SERV BIO realizó diferentes actividades de comunicación técnica, con una labor muy activa en las presentaciones en congresos nacionales (70) e internacionales (21). Asimismo, en el aspecto educacional se prestó una labor de apoyo a estudiantes de nivel técnico y profesional, para realizar tesis de pregrado (31) y posgrado (14), siempre tratando de cubrir áreas que mejoraran los procesos de producción de controladores biológicos (Figura 3). Además, el laboratorio recibió a grupos de estudiantes de universidades,



institutos de educación superior y escolar, para realizar prácticas sobre el uso de controladores biológicos y MIP, en un promedio de dos a tres al año.

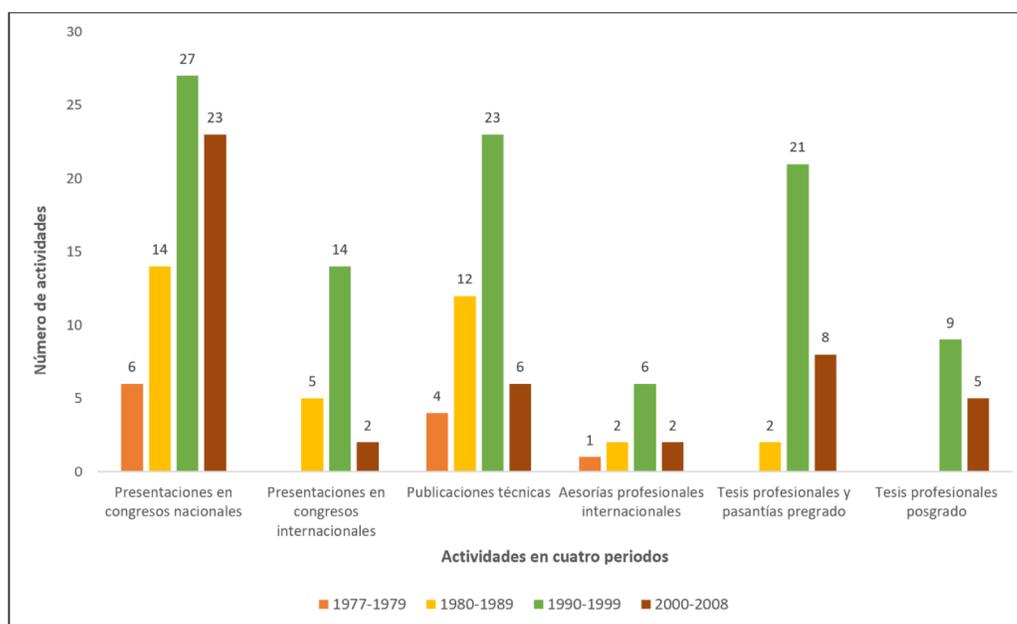


Figura 3. Actividades divulgativas y educativas de SERVBIO en cuatro periodos (1977-2008).
Figure 3. Informative and educational activities of SERVBIO in four periods (1977-2008).

7. Intercambio científico-técnico de SERVBIO

SERVBIO se ha destacado en una participación activa con instituciones nacionales e internacionales. La más relevante fue la consultoría que realizamos en 1982-1983 para el Ministerio del Azúcar de Cuba (MINAZ), en su biofábrica situada en la provincia de Trinidad, para instalar los equipos adquiridos, mediante un proyecto subvencionado por la Organización Mundial para la Alimentación (Proyecto FAO-CUBA N.º 0104), para la producción masiva de la mosca cubana (*Lixophaga diatraeae*), e intercambiar ideas en su producción mediante dietas artificiales.

Se destaca la organización de eventos internacionales realizados en Barquisimeto con la colaboración de la UPAVE y la Distribuidora Venezolana de Azúcar (DVA), apoyados por Argenis Vivas, en los años 1977 y 1984, donde se invitaron destacados investigadores internacionales que contribuyeron a dar pautas sobre el MIP de la caña de azúcar. Estos se denominaron “I y II Seminario Nacional sobre la problemática de los taladradores de la caña de azúcar y la candelilla, *Aeneolamia varia*”, en los cuales participaron personalidades del medio azucarero, y entomólogos invitados, entre ellos, los destacados especialistas Fred Bennett (Commonwealth





Institute of Biological Control), Edgard King (U. S. Department of Agriculture), Arthur Mendonça (PLANALSUCAR, Brasil), Jaime Gaviria (Central Río Paila, Colombia), Jades Jiménez (Laboratorios Perkins, Colombia) y Humberto Medina (MINAZ, Cuba).

Asimismo, desde inicios de la actividad de SERVBIO se realizaron varios intercambios con el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SENASA) de Perú, en reuniones interanuales, para compartir conocimientos, aplicar y mejorar diferentes tecnologías de producción de controladores biológicos, y obtener núcleos de parasitoides y depredadores.

Además, gracias al financiamiento de un proyecto auspiciado por el CONICIT, ejecutado entre 1996 y 1999, se costearon asesorías por entomólogos del SENASA y Centro Internacional de la Papa (CIP). Fue así como en 1997, Luis Valdivieso (SENASA) prestó asesoría, compartió con el personal del laboratorio en la cría de los ya citados *Spalangia* y *Muscidifurax*, y en la producción de *Copidosoma koehleri*, parasitoide de la polilla de la papa. Ese mismo año, Jesús Alcázar (CIP) realizó una consultoría en SERVBIO y dio conferencias sobre el control biológico de las plagas de la papa y realizó demostraciones sobre la preparación de una formulación del baculovirus de la polilla de la papa. También, Marc Sporleder (asociado del CIP), realizó un asesoramiento, en la producción de una dieta artificial para la cría masiva de *P. operculella*, y trabajó en la purificación del virus de *Opsiphanes* sp., plaga de la palma aceitera; esto se hizo a partir de larvas infectadas con virus, recolectadas en la zona oriental del país (estado Monagas) (Ferrer *et al.*, 1999).

Por su parte, en 1999, Fermín Fuentes (MINAZ, Cuba), realizó una visita de asesoramiento en la producción de *Trichogramma* spp. y *S. cerealella*, en tanto que varias veces se intercambió material biológico con Jades Jiménez (Laboratorios Perkins, Colombia), especialmente en relación con la producción de *Trichogramma* y crisopas.

También, en 1997 se visitó el Centro de Referencia de Control Biológico de Tecomán, México, para asistir al curso internacional de Cría de Entomófagos, y también ir al Central Azucarero Los Mochis e intercambiar ideas para la adaptación de *C. flavipes* producida en el laboratorio de SERVBIO en el área de dicha entidad. Esta visita, financiada parcialmente por los representantes mexicanos, tuvo la finalidad de establecer un plan de trabajo para una posible exportación de material biológico producido en Venezuela.

SERVBIO, entre 2002-2008, ha tenido una actividad, de carácter nacional, destacándose la preparación de cursos de capacitación al personal del laboratorio de controladores biológicos del Central Azucarero Agroindustrial Ezequiel Zamora (CAA EZ) (Sabaneta, estado Barinas), lo que contribuyó en 2004, con la suplencia de núcleos de especies biológicas, o “pies de cría” para iniciar la reproducción de los biocontroladores.

También se organizaron cursos para productores, con programas de MIP para diferentes cultivos. En el V Congreso Internacional de Control Biológico, auspiciado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA) y la Sección Regional Neotropical (SRNT) de la Organización Internacional de Control Biológico (OICB), realizado en la ciudad



de Mérida, Venezuela, en 2008, presentamos junto con el INSAI varias ponencias como asesor del Laboratorio Jacinto Lara.

8. Logros de SERVBIO

A manera de síntesis, durante su funcionamiento de 1977 a 2008, SERVBIO dio frutos en los siguientes aspectos:

- a. Estableció una dieta artificial para producir *D. saccharalis*, la cual actualmente se usa en los laboratorios del país.
- b. Difundió el uso de técnicas para una producción masiva de controladores biológicos, que hoy se usan en forma extensiva.
- c. Introdujo el parasitoide *C. flavipes*, que reprodujo con técnicas propias, y cooperó en la formación de laboratorios para tal fin.
- d. Introdujo el parasitoide *T. remus* con éxito y estableció la metodología de su producción, la cual originó varios trabajos de investigación, y uso práctico para controlar al gusano cogollero, con el consecuente ahorro económico y contribuir al logro de un agroecosistema libre de plaguicidas.
- e. Introdujo el nematodo *H. bacteriophora* con éxito, lo que contribuyó con el primer reporte de control de la candelilla (*A. varia*) en Venezuela y otros países latinoamericanos, siendo actualmente utilizado como una técnica óptima para el control de ninfas de dicha plaga.
- f. Colaboró en la formación de laboratorios en Venezuela, y preparó técnicos para desempeñarse en la dirección de laboratorios en el país y en el extranjero.
- g. Realizó apoyo de prácticas profesionales a las diferentes instituciones de educación media y superior del país.
- h. Apoyó en la consecución de trabajos de pasantía, así como de tesis de pre y posgrado.
- i. Representó a Venezuela en diferentes eventos internacionales, al compartir su experiencia científica con otros países.

9. Conclusiones

El laboratorio de SERVBIO ha proporcionado a través de cuarenta años de funcionamiento un beneficio en el área de la transferencia de tecnología, con una metodología de producción de controladores biológicos para la caña de azúcar, mediante la incorporación de la producción masiva y la preparación de dietas artificiales adaptadas al medio local, evitándose la importación



de ingredientes utilizados para la elaboración de estas. Introdujo *C. flavipes* y nematodos entomopatógenos para el control de las plagas clave en Venezuela, lográndose así un futuro promisorio del MIP en caña de azúcar. Con ello, prácticamente se logra un paso importante en llegar a tener un cultivo libre de plaguicidas.

Para gramíneas, se introdujo *T. remus*, un parasitoide que promueve que se eviten las aplicaciones de insecticidas. El uso de dicha avispa representa un logro importante para el manejo del gusano cogollero en maíz y sorgo. Este parasitoide representa un éxito muy importante para ser incorporado en los programas de MIP. Estos logros con los biocontroladores se vienen utilizando en el país por diferentes instituciones, ya como metodología comprobada.

El impacto que ha tenido SERVBIO en el aspecto educativo fue ampliamente demostrado, al impartirse educación y formación a estudiantes y profesionales de diferentes disciplinas, en el nivel de pregrado y posgrado, además que formó parte del plantel de trabajadores que, en la actualidad, se encuentran desempeñándose en el área de la entomología nacional e internacional.

También se puede afirmar que el apoyo decidido de organizaciones como el CONICIT ha permitido un mayor impacto en el desarrollo de la empresa. Este es el caso entre 1996-1999, cuando se tuvo los mejores resultados, al contar con los recursos necesarios para desarrollar una serie de actividades.

SERVBIO tuvo una profusa creación de publicaciones muy orientadas a la educación, especialmente en actividades dirigidas a la utilización práctica del control biológico y MIP, dando énfasis a la elaboración de tesis profesionales, charlas, días de campo, atención a visitantes para intercambiar ideas, asesorías a otras instituciones, nacionales e internacionales, y, sobre todo, elaboración de técnicas innovadoras para el manejo de laboratorios. De acuerdo a toda esta experiencia, se llega a la conclusión que, los laboratorios de producción y utilización práctica del control biológico contribuyen muy positivamente al progreso en el MIP. Cabe destacar que es muy importante para poder enfrentar a tiempo problemas de plagas de los cultivos, como por ejemplo de brotes como el ocurrido hace poco en Venezuela y otros países en las siembras de maíz, con la aparición del gusano barrenador o cogollero.

Por último, es pertinente destacar que SERVBIO traspasó las instalaciones al INSAI, en pleno funcionamiento, con personal adiestrado y con todos los protocolos de producción. El INSAI, al contar con la estructura física actual de sus laboratorios, los cuales tienen todas las características deseables para una suplencia de los insumos biológicos, y con una logística, promoción e investigación orientada al mejor uso del control biológico, pudo lograr que los productores agrícolas llegaran a aceptar esta metodología y así reconocer los beneficios, previamente demostrados a través de la data de este artículo.

10. Ética y conflicto de intereses

El autor declara que ha cumplido a cabalidad con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras se mencionan completa y claramente



en la sección de agradecimientos; y que está enteramente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

11. Agradecimientos

A Jorge Salas, por su apoyo oportuno y desinteresado en la elaboración del presente artículo. A Mariela Romero de López, en el diseño y orden de la presentación de los cuadros y figuras que ilustran este artículo.

12. Referencias

- Box, H. E. (1953). The control of sugarcane moth borers (*Diatraea*) in Venezuela: A preliminary account. *Tropical Agriculture*, 30, 97-113.
- Ferrer, F. (1992). Producción industrial de *Metagonistylum minense* (Dip: Tachnidae), *Cotesia flavipes* (Hym: Braconidae) y *Telenomus remus* (Hym: Scelionidae) y su impacto dentro de los programas de manejo integrado de plagas de la caña de azúcar, maíz y sorgo. Memorias Reunión Latinoamericana y del Caribe en Biotecnología, Industria y Políticas Públicas para el Control Biológico de Plagas. Universidad Centro Occidental "Lisandro Alvarado", UCLA-OEA, Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela, 18-20 mayo. (mimeografiado) 82 p.
- Ferrer, F. (2001). Biological Control of Agricultural Insect Pests in Venezuela: Advances, Achievements, and Future Perspectives. *Biocontrol. News and Information*, 22(3), 67-74. <https://www.researchgate.net/publication/308881474>
- Ferrer, F. (2012). Control Biológico de los taladradores de la caña de azúcar en la zona de influencia de la Azucarera Río Turbio (estados Lara-Yaracuy, Venezuela). Efecto del parasitismo sobre los taladradores en la recuperación de azúcar y costo-beneficio. (Mimeografiado), 11 p. <https://www.researchgate.net/publication/283346763>
- Ferrer, F. y E. Guedez. (1990a). Costos de producción de mosca amazónica *Metagonistylum minense* Townsend (Diptera: Tachinidae) y *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) en Venezuela. *Caña de Azúcar*, 8(2), 59-73.
- Ferrer, F. y E. Guedez. (1990b). Estudio de los daños causados por *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio en los años 1986 -1987 -1988. *Caña de Azúcar*, 08 (1), 25-35.
- Ferrer, F., F. Morales, G. Pérez, A. Trelles, A. Angulo y R. Colmenarez. (1999). Informe Final Proyecto CONICIT-BID BTA 061, Control integrado de plagas del maíz, sorgo, papa, hortalizas y de las moscas comunes. (Mimeografiado). 76 p. <https://www.researchgate.net/publication/335681550>





- Ferrer F., M. Arias, A. Trelles, G. Palencia, J. M. Navarro, y R. Colmenarez. (2004). Posibilidades del Uso de Nematodos Entomopatógenos para el control de la Candelilla de la Caña de Azúcar, *Aeneolamia varia* (Homóptera: Cercopidae). *Revista MIP Turrialba*, 72, 39-43.
- Fuentes, F., F. Ferrer y J. Salas. (2012). Reseña Histórica del Control, Biológico en Centroamérica y el Caribe. Ed. Académica Española, LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co., Saarbrücken, Germany. 200 p.
- Guagliumi, P. (1957). Insectos de la caña de azúcar en el Valle del Río Turbio I. Los Taladradores. Ministerio Agricultura y Cría, Dirección de Agricultura, División de Investigación. Estación Experimental de Occidente. Boletín No. 66. Abril-junio. 50 p.
- Hernández, D., F. Ferrer y B. Linares. (1989). Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep: Noctuidae) en Yaritagua, Venezuela. *Agronomía Tropical* 39, 199-205.
- Hernández, D. (2010). Estudio de algunos aspectos biológicos de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). *Entomotropica*, 25(2), 69-81. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ento/article/view/7402
- Lima, J. (1998). *El control biológico aplicado al maíz del sector campesino venezolano*. En: Gome-ro, L; Lizárraga, A. Barreto, U, Holander, J., (eds.), II Seminario Internacional: Nuevos Apor-tes del control biológico en la agricultura sostenible. Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos, RAAA (ONG), Lima, Perú, agosto 1998, pp. 263.267.
- Linares, B. y F. Ferrer. (1990). Introducción de *Cotesia flavipes* Cameron (Hym: Braconidae) para el control de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Venezuela. *Caña de Azúcar*, 8, 1-5.
- Romero, Y. (1997). *Control biológico del cogollero del maíz Spodoptera frugiperda Smith., con Baculovirus* (Tesis de Maestría), Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barqui-simeto, Venezuela.

