Cría y Producción Masiva de Insectos en un Programa de Control Biológico en Caña de Azúcar

L.A. Lastra, L.A. Gómez. Cenicaña. Apartado Aéreo 91-38, Cali - Valle Colombia. E-mail: lagomez@cenicana.org

La entomología moderna desarrolla muchas de sus actividades basadas de una forma u otra en el uso de grandes cantidades de insectos. Esto es particularmente cierto en áreas industrializadas en donde hay una alta demanda de insumos para el control de plagas, ya bien sea de origen sintético o bien biológico. Por otro lado se ha creado una gran demanda de un abundante número de insectos para fines de investigación (Singh y Moore, 1985). Para el caso de países como Colombia, las necesidades de este tipo son comparativamente reducidas pero aún así, existen algunas especies de insectos que se producen masivamente, casi que exclusivamente para uso en control biológico (CB) de insectos nocivos.

La industria azucarera desde que inició sus programas de CB, sintió la necesidad de proveerse de un gran número de larvas del barrenador de la caña *Diatraea saccharalis*, para la producción a gran escala de sus parasitoides. Durante los primeros años, esto se logró a través de las recolecciones manuales de individuos en los campos infestados. Esta práctica fue satisfactoria en las etapas iniciales de establecimiento del programa de CB, pero rápidamente se notó una falta de continuidad en el número de larvas recolectadas lo cual dependía de las fluctuaciones naturales de las poblaciones del barrenador, de las variedades sembradas en los campos escogidos, de la edad de desarrollo de la caña en estos campos, etc.

Fue por este motivo que se empezaron a utilizar dietas artificiales, pero esta metodología tampoco dio en ese momento la solución definitiva al problema por cuanto también se continuaron presentando irregularidades en la producción de las larvas hospederas, y por consiguiente de las moscas parásitas. Las necesidades de estas últimas quedaron parcialmente satisfechas gracias al uso combinado de individuos recolectados en el campo y de dieta artificial. Debido a esta situación, uno de los primeros proyectos que tuvo el área de entomología de Cenicaña, fue el de desarrollar una tecnología para la producción masiva de larvas de esta especie, las cuales deberían de ser vendidas a los ingenios para que ellos mismos produjeran sus parasitoides.

Después de 4 años de investigación, Cenicaña desarrolló esta tecnología y vendió larvas a los ingenios a lo largo de 7 años. Durante este tiempo, se hicieron muchas mejoras al proceso básico y se pudo recolectar información adecuada para hacer análisis económicos del proceso en general. Todo este cúmulo de experiencias ha permitido plantear que para analizar un sistema de producción masiva de insectos, debe de hacerse bajo tres enfoques: el enfoque técnico, el enfoque económico y el control de calidad del producto final.

Enfoque técnico

Son muchos los aspectos de biología, fisiología, comportamiento, nutrición, que pueden incluirse dentro de este marco, y que tienen que ser descubiertos para lograr una producción exitosa de insectos (Lastra y Gómez, 1987, 1988a y b, 1992). Sin embargo, no todos se crían con los mismos niveles de dificultad. *Sitotroga cerealella* el huésped utilizado para la cría masiva de *Trichogramma* spp. en muchos países, puede ser producido en grandes cantidades utilizando trigo natural como fuente de alimento; la investigación llevada a cabo

para su producción en realidad se hizo pensando en optimar el proceso. Para producir *D. saccharalis* fue necesario llevar a cabo estudios de dietas artificiales, comportamiento y patología entre otros (Trujillo *et al.* 1989a,b) para alcanzar la producción actual. Mejorando la asepsia del laboratorio, por ejemplo, se incrementó la producción de parásitos en un 63%, empleando larvas de cría artificial (López de Pulido *et al*, 1994). Usando los mismos patrones no se pudo producir *D. indigenella,* la otra especie de barrenador presente en el Valle del Cauca, sino en un 30%, visto en forma optimista (Cenicaña, 1989a). Por lo tanto, es extremadamente difícil proponer una línea de investigación para lograr una cría eficiente, y más bien esta dependería de la especie escogida.

Para el caso concreto de *D. saccharalis*, la producción de larvas a través de dietas artificiales sufría altibajos, los cuales fueron atribuidos a una «degeneración» del pie de cría. Esta podía estar asociada con altos niveles de endocría. Cuando ocurrían estos altibajos, las larvas no crecían normalmente y tomaban una coloración blanquecina anormal, por lo cual se le denominó a este síntoma «larva blanca». El número de individuos recuperados aptos para ser inoculados era bajo, y las que eran inoculadas no producían pupas del parasitoide (Tabla 1). Si bien las larvas parecían enfermas por bacteriosis, esta posibilidad se descartó, al igual que la presencia de hongos, debido a que no se lograron crecimientos al hacer siembras de hemolinfa y otros tejidos de larvas blancas en medios de cultivo. Solamente cuando se hicieron disecciones de individuos afectados y se montaron placas para un examen a través del microscopio, se diagnosticó que la causa era un protozoario microsporidio, el cual posiblemente pertenece al género *Nosema* (Cenicaña, 1989b).

Tabla 1. Efecto de dos enfermedades en la producción de los parásitos

Tratamiento	Inoculaciones Exitosas (%)	Peso de pupario (mg)
Costra negra	99.2 a[1/]	30.8 ab
Larva blanca	27.0 b	28.3 b
Larva sana	99.7 a	35.7 a
[1/] Duncan, p= 0.05		

Este patógeno se halla en condiciones naturales pero en escaso número. Cuando una larva de campo infectada con este protozoario entra al laboratorio, la epidemia no tarda en desarrollarse. Las condiciones de hacinamiento típicas de las crías masivas favorecen la transmisión del parásito entre individuos; este hecho se ve agravado además por la característica de que existe una transmisión transovárica del protozoario de la madre a su descendencia. Por lo tanto, para darle una solución a este problema, fue necesario iniciar la cría con individuos de campo libres de la enfermedad. Para esto fue necesario examinar a las hembras después de haber pasado por su fase reproductiva útil, para determinar si se hallaban sanas, y de esta forma poder eliminar la progenie de aquellas que mostraran la presencia de esporas en los tubos de Malpighi. Este proceso se llevó a cabo hasta que se cerró el ciclo de vida del barrenador enteramente bajo condiciones de laboratorio.

En la actualidad, después de haber saneado el pié de cría, se ha producido masivamente larvas del barrenador por mas de 10 años sin altibajos en la producción.

Existe otro problema asociado con microorganismos en la producción masiva de *Diatraea*. Cuando las larvas no son trasladadas en el momento oportuno de las copas de cría, comien-

za a disminuir la recuperación de individuos al mismo tiempo que se incrementa la presencia de unas formaciones negras sobre la epidermis de los individuos, lo cual sirvió para asignarle el nombre de «costra negra» a este síntoma. Hasta el momento no ha sido posible encontrar la causa directa de este mal pero se ha comprobado que su efecto sobre la cría de las larvas o sobre la producción de parásitos, no es tan drástica como el de la larva blanca (Tabla 1). Sin embargo, parece estar asociado con la presencia de hongos debido a que desaparece si se usan altas concentraciones de fungicidas en la dieta de cría de las larvas (Lastra y Gómez, 1993). Se logra un manejo satisfactorio del problema si se hacen los traslados de las larvas oportunamente.

Enfoque económico

Después del tiempo que se lleva produciendo masivamente larvas de *Diatraea*, existe buena experiencia e información adecuada para determinar costos tanto de larvas recolectadas en el campo, como de las producidas con dieta artificial en el laboratorio.

Cuando se utilizan larvas provenientes del campo se comienza el proceso de producción de parásitos, con una etapa de recolección seguida por una etapa de selección de las larvas que vienen del campo; unas se descartan por tamaño, otras porque han sufrido un maltrato durante la recolección. Las que son aceptadas se les alimenta hasta alcanzar el tamaño adecuado para ser inoculadas. Durante la etapa de selección y alimentación, aproximadamente un 30% de las larvas del campo recibidas se descartan. En contraste, cuando se emplean larvas producidas masivamente, fácilmente puede inocularse el 100% del material recibido (Figura 1).

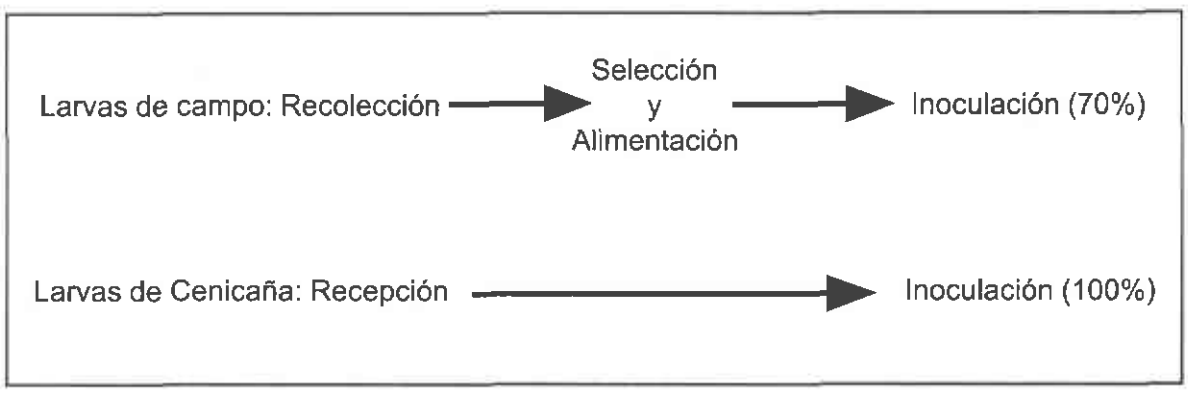

Figura 1. Procesos para obtención de larvas de *Diatraea*.

Al hacer una comparación de los costos en 1995, se estableció que las larvas de campo pueden llegar a costar hasta US$ 0.17/larva (Tabla 2). Esta cifra puede variar por cuanto está determinada por el número de larvas que pueden ser recolectadas en un momento dado. Se determinó que una larva producida en Cenicaña (datos correspondientes a 1995) cuesta US$ 0.09, siendo este valor constante (Tabla 3). También se estableció que con larvas de campo, el número de parásitos obtenidos en promedio es de 0.74/ larva inoculada, mientras que con larvas de Cenicaña se obtienen 1.44, lo cual demuestra la buena calidad de estos individuos para la multiplicación de los parásitos. Al combinar estos factores, se estimó que un parásito derivado de una larva de campo puede llegar a costar hasta US$ 0.32, mientras que si se obtiene de una larva de Cenicaña, su costo es de US$ 0.06, lo cual equivale a decir que los parásitos obtenidos de material recolectado en el campo son 5 veces más costosos que si provienen de larvas de cría masiva (Tabla 4) (Urresti *et al*, 1996).

Tabla 2. Costo de una larva proveniente del campo

Rubro	**Costo/Larva $U.S.** [1/]	**%**
Recolección	0.12	71.6
Supervisión	0.009	5.2
Transporte	0.0051	3.0
Alimentación	0.035	20.1
TOTAL	**0.1691**	**100.0**
1/ $U.S. = ± 900 Pesos Col para 1995		

Tabla 3. Costo de una larva producida en Cenicaña

Rubro	**Costo/Larva $U.S.** [1/]	**%**
Costos operativos:		
- Mano de obra	0.030	34.7
- Materiales y productos	0.017	19.2
- Consumo de energía	0.0085	9.9
	0.0555	**63.8**
Administración	**0.022**	**25.6**
Recuperación de inversiones	**0.0091**	**10.5**
TOTAL	**0.0866**	**100.0**

Tabla 4. Costos de producción de los parásitos según el origen de la larva.

Tipo de Larva	**Costo/Larva ($U.S.)** [1/]	**No. de parásitos/ larva inoculadas**	**Costo/parásito ($U.S.)**
De campo	0.17	0.74	0.32
De Cenicaña	0.09	1.44	0.06
1/ $U.S. = ± 900 Pesos Col para 1995			

Control de calidad del material biológico producido

Este aspecto ha cobrado particular importancia en los últimos años, teniendo en cuenta que hay información acerca de la pérdida de características biológicas y etológicas, la cual es

resultante posiblemente del genoma de la población de los individuos que se crían masivamente (la «raza de laboratorio»). Bajo estas condiciones la población natural sufre una presión de selección tal que los individuos que mejor sobreviven concentran genes adecuados a las condiciones artificiales, y por lo tanto su comportamiento cuando se liberan al medio natural no va a ser el esperado en relación con el insecto plaga.

Si se piensa que el éxito o el fracaso de un programa de CB, puede estar asociado con la calidad del individuo que se libera, se comprenderá facilmente la importancia que ha adquirido este tema en la Entomología moderna.

Para el caso de *Trichogramma exiguum*, se han hecho algunos experimentos bajo condiciones artificiales para determinar si ha habido algún cambio en el comportamiento parasítico, medido en términos de la capacidad de parasitar huevos del barrenador en presencia de huevos de *S. cerealella*, el huésped alterno de cría artificial (Díaz, A.E., 1996). Aún cuando se vio que después de 40 generaciones de cría masiva continua, no hubo una disminución en la selección del huésped natural, son muchos los aspectos que faltarían por estudiar para demostrar que no hay formación de una «raza de laboratorio» que no tenga capacidad competitiva en el ambiente natural (Lastra y Gómez, 1997).

La colonia de *Diatraea* ha sido mantenida por 12 años bajo las condiciones de laboratorio sin que haya sido renovada con material de campo. Evaluaciones de la calidad de las larvas para producir las moscas parásitas, no han indicado que se presenten diferencias con las larvas de campo. Desde este punto de vista, no se considera por lo tanto que sea necesario renovar el pie de cría, lo cual implicaría una buena cantidad de esfuerzo.

Para el caso de las moscas parásitas de *Diatraea*, y más específicamente *P. claripalpis*, se ha notado en los últimos años una reducción en los porcentajes de parasitismos en las larvas recolectadas en el campo, en comparación con datos derivados de recolecciones llevadas a cabo a finales de los años 70. Teniendo en cuenta que en los laboratorios de producción de parásitos de los ingenios no se hace una renovación periódica del pié de cría de los parásitos, cabe pensar en hacer una evaluación mas detallada de si esta disminución está asociada con la formación de una «raza de laboratorio».

Bibliografía

Cenicaña. 1989a. Sección de Entomología, Programa de Variedades. En: Informe Anual 1988. P. 24.

Cenicaña. 1989b. Sección de Entomología, Programa de Variedades. En: Informe Anual 1989. P. 22.

Diaz, A.E. 1996. Aspectos biológicos de *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) encaminados a su cría masiva para el control de *Diatraea* spp. (Lepidoptera:Pyralidae). Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 140 pp.

Lastra, L.A.; Gómez, L.A. 1987. Evaluación del efecto de diferentes dietas artificiales sobre la biología del Diatraea y sus parásitos. Memorias del II Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, Tecnicaña. Cali. pp.257-269 .

Lastra, L.A.; Gómez, L.A. 1988a. Efecto de algunas dietas artificiales sobre la biología del *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae) y sus parásitos. Revista Colombiana de Entomología 14(2):9-14.

Lastra, L.A.; Gómez, L.A. 1988b. Influencia de algunos factores sobre la cría artificial de insectos. Caso del *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae). Resúmenes del XV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Manizalez. P. 59.

Lastra, L.A.; Gómez, L.A. 1992. Evaluaciones de sustitutos del agar en la cría de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae). Revista Colombiana de Entomología 18(2):55-58.

Lastra B., L.A. y L.A. Gómez L. 1993. Efecto del uso de inhibidores de hongos en la dieta artificial sobre la biología de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae). Resúmenes del XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Cali. p.54.

Lastra, L.A.; Gómez, L.A. 1997. Control de calidad de *Trichogramma*. Mantenimiento de la cepa de *T. exiguum*. y entrega del pié de cría. Resúmenes del XXIV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Pereira.

López de Pulido, C., L.A. Lastra; Gómez, L.A. 1994. Manejo de parásitos taquínidos en el ingenio Manuelita. Resúmenes del XXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Medellín. P. 27.

Singh, P.; Moore, R.F. 1985. Handbook of insect rearing. Elsevier. Vol. I y II.

Trujillo, D. E.; Urbano, F.A.; Gómez, L.A. 1989a. Efecto del uso de dietas artificiales sobre la cría del *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) y sus parasitoides *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense* (Diptera: Tachinidae). Resúmenes del XVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Medellín. p.53.

Trujillo, D. E.; Urbano, F.A.; Gómez, L.A. 1989b. Determinación del tamaño de larvas y número de cresas de dos parasitoides para inoculación de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae)). Resúmenes del XVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Medellín. P.54

Urresti, A.;Vivas, L.; Lastra, L.A.; Gómez, L.A. 1995. Análisis de costos de producción de los taquínidos utilizados para el control de Diatraea spp. y estimación de sus beneficios. Resúmenes del XXII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Santafé de Bogotá. p.80.