ISSN–0120–0488

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

VOLUMEN 19 No. 2 ABRIL– JUNIO 1993

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

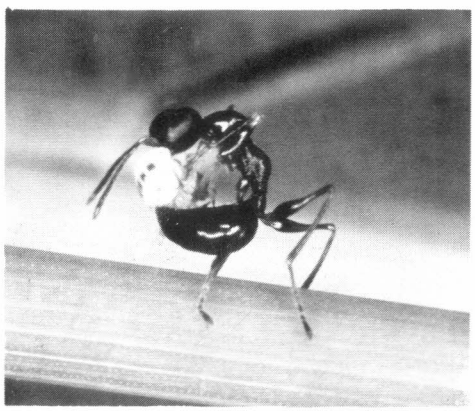
PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

Volumen 19 No. 1 Enero - Marzo 1993

Licencia Mingobierno 002274/81
Permiso Adpostal 3208
Tarifa Postal Reducida para libros y revistas No. 239 de Adpostal.

NOTA: SOCOLEN no se responsabiliza de las ideas emitidas por los autores

Tiraje: 1.000 ejemplares.



PORTADA: "Los Insectos también se extiguen".

FOTOGRAFIA: Jorge Aldana

Editor Director

LAZARO POSADA OCHOA

Comite Editor

JUAN RAIGOSA B.
RAUL VELEZ A.
HUGO CALVACHE G.
EMILIO LUQUE Z.
RUBEN RESTREPO M.
DORA A. RODRIGUEZ S.

JUNTA DIRECTIVA SOCOLEM

Presidente

ARISTOBULO LOPEZ AVILA

Vicepresidente

ALFREDO ACOSTA GOMEZ

Secretaria

JUDITH SARMIENTO CAMARGO

Tesorero

HUGO CALVACHE GUERRERO

Revisor Fiscal

JORGE GARCIA ROJAS

VOCALES

Principales

RUBEN RESTREPO MEJIA
MIGUEL BENAVIDES ROSERO
EMILIO LUQUE ZABALETA

Suplentes

IVAN ZULUAGA CARDONA
DORA ALBA RODRIGUEZ S.
RAUL PARDO PUENTES

SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
APARTAMENTO AEREO No. 43672
SANTAFE DE BOGOTA D.C. COLOMBIA

Abril - Junio 1993

CONTENIDO

DISTRIBUCION Y AISLAMIENTO DE **Bacillus thuringiensis** EN COLOMBIA, **35**
Thais Díaz
Nora Restrepo
Sergio Orduz
William Rojas

DESARROLLO DE METODOLOGIAS PARA LA CRIA MASIVA DE **Typhlodromalus tenuiscutus** McMurtry & Moraes (Acari: Phytoseiidae) EN YUCA **41**
Nora Cristina Mesa C.
Jorge Iván Lenis C.
Ann Braun
Myriam Cristina Duque

CICLO DE VIDA, HABITOS Y ENEMIGOS NATURALES DE **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard) EN CEBOLLA DEL BULBO (**Allium cepa** L.). **51**
María Cristina Hincapie C.
Maria Eugenia Saavedra H.
Adolfo León Tróchez P.

EVALUACION DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE LA HABICHUELA EN LA PROVINCIA DE SUMAPAZ (CUNDINAMARCA), **58**
Pedro C. Prada
Adela Rodríguez
César Cardona

CONSERVACION EN FRIO DE HUEVOS DE **Sitotroga cerealella** (Olivier) EN REFRIGERACION Y EMPACADOS AL VACIO A DIFERENTES PRESIONES **64**
Janeth Patricia Ramos
Jades Jiménez V.

ESTUDIO DEL MODELO NATURAL DE ASENTAMIENTO DE **Xylocopa** spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) PARA LA ADAPTACION DE REFUGIOS EN EL CULTIVO DE MARACUYA (**Passiflora edulis** var. **flavicarpa** Degener) **72**
Guadalupe Caicedo R.
Héctor Vargas G.
Jaime Gaviria M.

Esta publicación ha sido realizada con la colaboración financiera del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS, establecimiento público adscrito al Departamento Nacional de Planeación, cuyo principal objetivo es impulsar el desarrollo científico y tecnológico de Colombia.

SOCIEDAD
COLOMBIANA
DE ENTOMOLOGIA

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
Vol. 19 No. 2, p. 35 - 40. 1993
https://doi.org/10.25100/socolen.v19i2.10052

DISTRIBUCION Y AISLAMIENTO DE *Bacillus thuringiensis* EN COLOMBIA

Thais Díaz1
Nora Restrepo
Sergio Orduz
William Rojas

RESUMEN

Mediante la realización de trabajos tendientes a buscar enemigos naturales de mosquitos, se aislaron bacterias entomopatógenas en diferentes zonas del país, entre 1988 y 1991. Se efectuaron aislamientos a partir de muestras de tierra y larvas muertas tomadas de los criaderos. Se procedió a utilizar la metodología usada por Brownbridge y Margali (1986) para el aislamiento de bacterias formadoras de esporas. Las cepas que presentaron toxicidad frente a larvas de **Culex quinquefasciatus** (Say) se sometieron a pruebas de identificación bioquímica y sensibilidad frente a diferentes antibióticos. Para completar el estudio, las cepas se sometieron a pruebas con larvas de **C. quinquefasciatus, Aedes aegypti** (L.) y **Anopheles stephensi** Liston para determinar la Concentración Letal Media (CL_{50}) y el recuento de esporas del polvo liofilizado. Se aislaron 79 cepas de **Bacillus thuringiensis** Berliner tóxicas para larvas de mosquitos, tres de las cuales presentan un alto poder larvicida frente a larvas de **A. aegypti**. Se encontró que los aislamientos CIB 163-131 y CIB 24-726 pertenecen al serotipo H-30, nuevo para el mundo, y el cual fue denominado **Bacillus thuringiensis** subsp. **medellin** (B.t.m.). Las proteinas tóxicas de estas dos cepas de B.t.m. muestran características inmunológicas diferentes a las de las cepas de referencia de la subsp. **israelensis,** la cual se halla ampliamente distribuida en las zonas tropicales cálidas de Colombia.

SUMMARY

In order to find natural enemies of mosquitoes, entomopathogenic bacteria were isolated from soil and dead mosquito larvae samples taken from different areas in the country. The methodology of Brownbridge and Margali for the isolation of spore forming bacteria was used. The isolates showing toxicity towards **Culex quienquefasciatus** (Say) larvae were submitted to tests of biochemical identification and sensibility to antibiotics. Using larvae of **C. quinquefasciatus, Aedes aegypti** (L.) and **Anopheles stephensi** Liston the LC_{50} was determined. A total of 79 isolates of **Bacillus thuringiensis** Berliner toxic to mosquito larvae were found. The isolates CIB 163-131 and CIB 24-273 were found to belong to the serotype H-30, new for the world, and it was nominated **Bacillus thuringiensis** subsp. **medellin** (B.t.m.). The toxic proteins of these isolates showed immunological characteristics different from those of **B. thuringiensis** subsp. **israelensis,** which is well distributed in the tropical warm areas of Colombia.

1. Bacteriologas, B.Sc., Entomólogo, M.Sc. y Director Científico, M.D., respectivamente. Sección de Control Biológico, Corporación para Investigaciones Biológicas-CIB. Apartado Aeréo 7378. Medellin, Colombia.

INTRODUCCION

En los últimos 40 años, la utilización de insecticidas constituyo una herramienta útil para el control de insectos vectores de enfermedades, especialmente en las áreas rurales de las zonas tropicales, donde la malaria constituye una enfermedad de importancia clínica. La aparición de resistencia a los insecticidas en muchas especies de vectores, el alto costo del control y la contaminación ambiental motivaron la búsqueda de nuevas formas de control. Por tal razón, la atención fue puesta en los enemigos naturales, especialmente en los patógenos bacterianos, que fuera de ser altamente tóxicos para los organismos susceptibles, se pueden producir en gran escala y por poseer estructuras de resistencia pueden perdurar por mucho tiempo bajo condiciones adversas.

Dentro del grupo de las bacterias se destaca el **Bacillus thuringiensis** Berliner (Eubacteriales: Bacillaceae) por tener la capacidad de producir una inclusión durante el proceso de esporulación. Estas inclusiones consisten en proteínas que le dan una actividad insecticida específica (Aronson et al. 1986; Whiteley y Schnept 1986), ya sea hacia los coleópteros, dípteros o lepidópteros.

Las inclusiones del **B. thuringiensis** se disuelven en el intestino medio de las larvas, liberándose una o más proteínas insecticidas, llamadas también delta endotoxinas. Estudios bioquímicos (Knowles y Ellar 1987) y electrofisiológicos (Harvey et al. 1983) sugieren que la toxina genera poros en la membrana celular, alterando el balance osmótico; posteriormente, las células se hinchan y sufren lisis, la larva deja de alimentarse y finalmente muere.

Formulaciones de **B. thuringiensis** han sido usadas por más de dos décadas como insecticidas biológicos para el control de insectos en cultivos agrícolas y, más recientemente, para el control de vectores de una variedad de enfermedades humanas.

Con el objetivo de encontrar nuevas cepas que posean una alta actividad

larvicida, se inició un programa de búsqueda de bacterias formadoras de esporas tóxicas para larvas de mosquitos.

MATERIALES Y METODOS

Sitios de Estudio y Muestreo. Se estudiaron diferentes áreas en Colombia, donde la malaria es una enfermedad de importancia clínica. Las localidades estudiadas corresponden: en la Costa Atlántica a los Departamentos de La Guajira, Atlántico, Cesar, Magdalena, Córdoba, Sucre y Bolívar, y en Antioquia la parte costera que corresponde a Urabá; en la Costa Pacífica los Departamentos de Chocó, Valle del Cauca y Nariño; hacia el oriente del país los Departamentos de Santander, Casanare y Meta; en el sur, Huila, Putumayo, Caquetá y Amazonas; y en el centro del país el Departamento del Tolima.

Las muestras de tierra y larvas muerta se tomaron de las orillas de los criaderos de larvas de mosquitos y se colectaron en bolsas plásticas o tubos estériles, mientras que las larvas muertas o moribundas, sospechosas de infección bacteriana, se colocaron en papel de filtro. Todas las muestras se mantuvieron a 4°C hasta su estudio en el laboratorio.

Las agua de los criaderos visitados se sometieron a un análisis fisicoquímico para determinar: alcalinidad, dióxido de carbono, oxígeno disuelto, cloruros, dureza, amonio, nitritos, conductividad, pH y temperatura. Todas estas medidas se realizaron de acuerdo con el método analítico del productor (Hach Co, Loveland CO,USA), con excepción del pH, la temperatura y la conductividad.

Aislamiento de Bacterias Formadoras de Esporas.- Los procedimientos realizados se llevaron a cabo en las más estrictas condiciones de asepsia. Una vez en el laboratorio, las muestras de tierras, aproximadamente de 1 g, se disolvieron en 4,5 ml de PBS (Buffer salino fosfato: Na_2HPO_4 1,18 g; NaH_2PO_4 0,32 g; NaCl 8,58 g; pH: 7,2; para 1.000 ml de agua destilada).

Las muestras de larvas se homogenizaron con un macerador de tejido en PBS para luego, al igual que las muestras de tierras, colocarlas a 78°C durante 10 min. en Baño de María, con el objeto de eliminar los organismos no formadores de esporas y las células vegetativas.

Las muestras se diluyeron posteriormente en PBS y se sembraron 75 µl de la dilución 10^{-2} en caldo Luria (Tryptona 10 g; extracto de levadura 5 g; NaCl 10 g; agar 2%; para 1 lt. de agua destilada). La suspensión se distribuyó sobre la superficie del agar en forma homogénea para luego incubarla a 30°C por 24-48 horas. Las cajas con el caldo Luria, con anterioridad se sometieron a una prueba de esterilidad a 30°C por 24 horas. Después de 48 horas, las cajas se examinaron para analizar el crecimiento bacteriano y seleccionar, según sus características morfólogicas, el mayor número posible de colonias.

Las cepas seleccionadas se transfirieron a medio liquido M1(Proflo 1 g; glucosa 3 g; K_2HPO_4 6 g; peptona 5 g; bufler de fosfatos 200 ml; solución de sales l0 ml; para l.000 ml de agua destilada), y se incubaron con agitación a 200 rpm por 48 horas a 30°C.

Evaluación de Toxicidad.- Una vez se comprobó la pureza por observación microscópica, el cultivo se repartió así: 800 µl del cultivo final se colocaron en viales con glicerol al 20% para preservar las muestras a 70°C; 100 µl se tomaron para realizar la prueba de toxicidad en vasos plásticos que contenían 100 ml de agua destilada y 10 larvas de **Culex quinquefasciatus** Say (Diptera: Culicidae) de 3 días de edad. La mortalidad de las larvas se registró a las 24 y 48 horas después de la exposición. Esta prueba se realizó por duplicado y se utilizaron las cepas 1884 ó IPS-82, obtenidas del Instituto Pasteur, serotipo H-14, como controles positivos y también se incluyeron controles negativos sin ninguna suspensión bacteriana.

Los aislamientos que mostraron alguna patogenicidad se cultivaron en 200 ml del medio M1 y se liofilizaron. Una muestra de 50 mg del polvo liofilizado se homogenizó en 4,5 ml. de PBS y posteriormente se hicieron diluciones desde $1x10^{-3}$ hasta $1x10^{-8}$, y con el conocimiento de este ran-go de toxicidad se procedió a determinar la concentración letal media (LC_{50}) de cada una de las cepas.

Determinación de la Concentración Letal Media (LC_{50}). Para determinar la LC_{50} se utilizaron las diluciones realizadas a partir de los 50 mg de liofilizado disueltos en PBS; conociendo el rango de acción desde un 95% de mortalidad hasta un 5% de la misma, de acuerdo con los resultados del rango de toxicidad. Se utilizaron 20 larvas de los mosquitos **C. quinquefasciatus**, **Aedes aegypti** (L.) y **Anopheles stephensi** Liston de 3 días de edad, en vasos plásticos con 100 ml de agua destilada. Las mismas muestras se procesaron en dos días diferentes junto con los controles positivos y negativos. La LC_{50} se determinó con la ayuda de un programa de computador diseñado por G.A. Millikan (Universidad de Kansas). El conteo de esporas también se realizó utilizando 100 µl de las diluciones 10^{-6} y 10^{-7} y cada dilución por duplicado.

Pruebas Bioquímicas y Características Serológicas.- Las pruebas bioquímicas para los aislamientos patogénicos y las cepas de **B. thuringiensis** var. **israelensis** de referencias, se evaluarón con el Enterotubo (Hoffman-La Roche, Basiela, Suiza) en forma similar a la descrita por Logan y Berkeley (1984);

otras pruebas se realizaron de acuerdo con Sneath (1986).

La susceptibilidad a antibióticos se hizo por la técnica de difusión en agar (NCCLS 1984) y la clasificación serológica se determino como ha sido descrito por de Barjac (1981).

Las proteínas del cristal paraesporal de las subspecies **medellin**, **israelensis** (1884) y **morrisoni** (PG-14) se separaron de las esporas y desechos celulares en un gradiente de sucrosa de 69 a 78%. Se centrifugó por 14 horas a 24.000 rpm y 4°C, y se separó la banda correspondiente a los cristales. Estos fueron solubilizados en NaOH de acuerdo con la técnica descrita por Thiery (1987). La separación de la proteína se realizó por medio de electroforesis en poliacrilamida (12%), en condiciones denaturantes. Las proteínas se revelaron con azul de Coomasie y se fotografiaron los geles. Otros geles se transfirieron a papel de nitrocelulosa en un aparato BioRad, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La nitrocelulosa se incubó con anticuerpos preparados en conejos contra los cristales de **B.t.** subsp. **israelensis**, y se revelaron con anticuerpos de cabra contra conejo, marcados con peroxidasa.

RESULTADOS

Durante el inventario realizado entre febrero de 1988 y agosto de 1991, se estudiaron 300 muestras provenientes de 773 criaderos de larvas de mosquitos. De estas muestras se realizaron 3.529 aislamientos de bacterias formadoras de esporas, de las cuales 79 aislamientos corresponden al cepas de **B. thuringiensis** tóxicas para larvas de mosquitos; 41 de ellas son serotipo H-14, y las cepas CIB 163-131 y CIB 24-726 corresponden al serotipo H-30, un nuevo serotipo reportado para el mundo, razón por la cual ha sido sugerido colocarle el nombre de **Bacillus thuringiensis** subsp. **medellin** (Tabla 1). Bajo el micros-

Tabla 1. Distribución geográfica, serotipo y toxicidad de las cepas de **Bacillus thuringiensis** contra larvas de **Aedes aegypti** y **Culex quinquefasciatus.** 1988-1991.

Código	Serotipo	Concentración letal 50		Origen
		A. aegypti x10^{-6}µl	*C. quinquefascietus* rango de dilución*	
CIB 143-0109	14	3,09	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 143-0112	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 143-0123	14	3,56	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 143-0133	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0114	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0115	14	4,48	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0116	14	9,82	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0124	14	5,86	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0113	14	4,89	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0119	14	5,02	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0122	14	4,96	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0127	14	4,90	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0129	14	3,57	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0130	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0112	14	5,42	10^{-6}-10^{-7}	Costa Chocó
CIB 127-0132	14	ND		Costa Chocó
CIB 119-0208		6,09	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0216	14	5,75	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0104	14	8,42	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0116	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0117	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0108	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0402a	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0411	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0412	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0413	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0414	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0415	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 119-0419	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 24-1315	14	5,79	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-1330	14	5,90	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-1332	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-3033	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-3036	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-0120	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-1404	14	8,47	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-0718	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 24-0726	30	80,50	10^{-6}-10^{-7}	Atlántico
CIB 120-0201	14	5,42	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 120-0211a	14	5,12	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 120-0214	14	ND	10^{-6}-10^{-7}	Santander
CIB 120-0219	14	5,80	10^{-6}-10^{-7}	Santander

copio se aprecia un bacilo formador de esporas con cristales, con la típica apariencia del género **Bacillus,** con la espora de posición subterminal y forma elipsoidal; la forma del cristal es redondeada.

Para las cepas CIB 163-131, CIB 24-276 y CIB 24-718, y utilizando polvos liofilizados, se determinó a LC_{50} expresada en mg por 100 ml de agua destilada. Estos valores se compararon con los de las cepas de referencia IPS-82 (Tabla 2).

En las pruebas metabólicas de algunas de las cepas estudiadas, las CIB 163-131; CIB 24-726; CIB 24-718 y el control H-14 presentaron resultados positivos para las siguientes pruebas: utilización de la glucosa, producción de las enzimas gelatinasa, amilasa, lecitinasa, hidrólisis de la caseína y producción de acetil metil carbinol (AMC); y resultados negativos para la utilización de lisina, ornitina, adonitol, lactosa, arabinosa, sorbitol, dulcitol y citrato.

Se obtuvieron diferencias en cuanto a la producción de ureasa, la cual fue positiva para las cepas CIB 163-131 y CIB 24-718 y negativa para CIB 24-726 y H-14; la oxidasa fue positiva para las cepas CIB 24-718 y CIB 24-726, pero negativa para CIB 163-131 y H-14. La catalasa fue negativa para el control, y la hemólisis en agar sangre de carnero fue beta, con excepción de la cepa CIB 163-131 que fue alfa (Tabla 3).

En los resultados de las pruebas de sensibilidad a antibióticos (Tabla 4) se observaron patrones diferentes para las cuatro cepas estudiadas, a excepción del ácido nalidíxico, al cual todas fueron sensibles. Para la cefalotina las cepas CIB 24-726 y CIB 24-718 fueron resistentes, la CIB 163-131 fue sensible y el control intermedio. El comportamiento para el antibiótico cefoperazona fue sensible para las cepas CIB 163-131, CIB 24-720 y CIB 24-718 y moderadamente sensible para el control. Para el cefoxitin las cepas CIB 24-726 y CIB 24-718 fueron resistentes, pero las cepas CIB 163-131 y el control fueron intermedios. Para el trimetoprim sulfametaxol las cepas CIB 163-131, CIB 24-718 y el control fueron sensibles y la cepa CIB 24-726 fue resistente.

Las características más notorias del estudio electroforético fueron las siguientes: Se obtuvo un péptido de un peso molecular de 125-135 kDa en las cepas controles 1884 y PG-14 que no se aprecia en los aislamientos CIB 163-131 y CIB 24-726; también se observó la presencia de péptidos de peso molecular de 67 kDa y de 28 kDa en todas las cepas.

Debido a estos resultados se procedió a realizar el Westerblot para saber si los aislamientos en estudio presentaban proteínas inmunológicamente similares a las de las cepas de referencia; por medio de esta técnica se corroboró la no presencia del péptido con un peso molecular 125-135 kDa en las cepas CIB 163-131 y CIB 24-726, pero que si se presenta en los controles utilizados. Igualmente sorprendente fue el conocer que el péptido de peso molecular de 67 kDa, presente en las cuatro cepas, es inmunológicamente diferente en las cepas CIB 163-131 y CIB 24-726 comparadas

Tabla 2. Concentración letal media de las cepas de **Bacillus thuringiensis** subsp. **medellin,** CIB 163-0131 CIB 24-0726, y **B. thuringiensis** subsp. **israelensis** CIB 24-0718 y 1884.

Cepas	Serotipo	Concentración letal media en 24 horas C. quinquefasciatus $x10^{-4}$ mg/100 ml	A. stephensi $x10^{-4}$ ul/150 ml	esporas /mg $x10^{6}$
CIB 163-0131	30	14,10	0,14	7,5
CIB 24-0726	30	18,59	ND	15,8
CIB 24-0718	14	23,32	ND	246,3
1884	14	0,98	0,15	ND

Tabla 3. Caracterización bioquímica de las cepas de **Bacillus thuringiensis** subsp. **medellin,** CIB 163-0131, CIB 24-0726, y **B. thuringiensis** subsp. **israelensis** CIB 24-0718 y 1884.

Parámetro	1884	24-0718	163-0131	24-0726
		Enterotubo		
Glucosa	+	+	+	+
Lisina	-	-	-	-
Ornitina	-	-	-	-
Adonitol	-	-	-	-
Lactosa	-	-	-	-
Arabinosa	-	-	-	-
Sorbitol	-	-	-	-
Dulcitol	-	-	-	-
Citrato	-	-	-	-
		Otras pruebas		
Urea	-	+	+	-
Gelatinasa	+	+	+	+
Oxidasa	-	+	-	+
Catalasa	-	+	+	+
Amilasa	+	+	+	+
Lecitinasa	+	+	+	+
ACM*	+	+	+	+
Hidrólisis de Caseina	+	+	+	+
Hemólisis	Beta	Beta	Alfa	Beta

*ACM = Aceti-metil-carbinol.

Tabla 4. Efecto de algunos antibióticos en el crecimiento de las cepas de **Bacillus thuringiensis** subsp. **medellin,** CIB 163-0131, CIB 24-0726, y **B. thuringiensis** subsp. **israelensis** CIB 24-0718 y 1884.

Antibiótico	Concentración µg	Diámetro del halo de crecimiento 1884	163-0131	24-0726	24-0718
Acido Nalidíxico	30	20 S	24 S	34 S	22 S
Cefalotina	30	16 I	18 S	16 R	12 R
Cefoperazona	75	18 MS	25 S	28 S	24 S
Cefoxitin	30	15 I	15 I	8 R	6 R
Trimetoprim sulfametoxazol	25	22 S	25 S	6 R	30 S

S = sensible; I = sensibilidad intermedia; MS = moderadamente sensible; R = resistente.

con los controles 1884 y PG-14. Por otro lado, el péptido de 28 kDa mostró similitud inmunológica con los controles.

DISCUSION

Durante el período del inventario de bacterias entomopatógenas no se observó ninguna epizootia en los sitios de estudio, lo cual no es de extrañar, ya que esto depende del cumplimiento de un número de condiciones críticas en el medio ambiente (Brownbridge y Margalit 1986).

Las cepas de **B. thuringiensis** fueron aisladas de muestras de tierras colectadas de las orillas de los criaderos de mosquitos; este tipo de material es la fuente más probable de esporas bacterianas debido a que las esporas se sedimentan rápidamente (Davidson et al. 1984; Ignoffo et al. 1981; Mulligan et al. 1980; Silapanuntakul et al. 1983); además, el hecho de ser estructuras de resistencia que pueden soportar condiciones adversas del medio ambiente y facilitan su larga supervivencia, explica su aislamiento de una amplia variedad de habitats (Sneath 1986). Esto es confirmado con los aislamientos de Padua et al. (1984) y Brownbridge y Margalit (1986).

Junto con el hallazgo de cepas tóxicas para larvas de mosquitos, también se aislaron cepas que no lo fueron, lo cual abre un nuevo campo para investigar su acción frente a otros órdenes de insectos, como por ejemplo para Lepidoptera o Coleoptera, hacia los cuales algunas cepas de **B. thuringiensis** son tóxicas (Krieg et al. 1983; Dulmage, 1981).

Las observaciones microscópicas y las pruebas químicas a pesar de mostrar algunas similitudes y diferencias, no son patrones confiables como para hacer clasificación adecuada de estas cepas. La clasificación serológica es la única técnica mundialmente aceptada para tal efecto, a pesar del inconveniente de que no provee ninguna información acerca del potencial larvicida.

Los resultados obtenidos sobre la concentración letal media indican que está es baja comparada con las de las cepas de referencia utilizadas (1884 e IPS-82). Además, los bajos recuentos de esporas obtenidas en algunas cepas hacen pensar que tal vez sea posible incrementar el número de células y la formación de esporas con un sistema de fermentación adecuado.

Previamente se ha reportado la existencia de resistencia hacia agentes antimicrobianos en cepas de **B. sphaericus** Neide (Polack y Novick 1982; Burke y McDonald 1983) y esta resistencia se utiliza para el aislamiento o recuperación de cepas de muestras de tierras (Yousten et al. 1985).

El nuevo serotipo H-30 que corresponde a las cepas CIB 163-131 y CIB 24-726, se ha denominado **B. thuringiensis** subespecie **medellin** (B.t.m.).

El amplio uso comercial del serotipo H-14 y la similitud inmunológica del serotipo H8a:8b cepa PG-14, hace pensar en la posibilidad de que en un futuro se pueda presentar resistencia hacia las toxinas de estos dos serotipos. Este problema de resistencia ya ha comenzado a aparecer frente a la cepa de **B. thuringiensis** var. **kurstaki** tóxica para larvas de lepidópteros plagas de varios cultivos agrícolas (McGaughey 1985; McGaughey y Johnson 1987). Y es precisamente en este hecho donde radica la importancia del hallazgo del serotipo H-30, el cual, como se anotó anteriormente, es inmunológicamente diferente a las cepas de referencia ampliamente utilizadas, y en el momento en que aparezca la temida resistencia ya se cuenta con una segunda opción para el control de larvas de mosquitos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación recibió el apoyo financiero de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) y COLCIENCIAS. Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dirección de Campañas Directas del Ministerio de Salud por su colaboración durante la colección de muestras en el campo.

BIBLIOGRAFIA

ARONSON, A.I.; BECKMAN, W.; DUNN, P. 1986. **Bacillus thuringiensis** and related pathogens. Microbiological. Reviews (Estados Unidos) v. 50, p.1-24.

BROWNBRIDGE, M.; MARGALIT, J. 1986 New **Bacillus thuringiensis** strains isolated in Israel are highly toxic to mosquito larvae. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v. 48, p. 216-232.

BURKE, W.; McDONALD, K. 1982. Naturally occurring resistance in **Bacillus sphaericus** and **Bacillus licheniformis.** Current Microbiology (Estados Unidos) v. 9, p. 69-72.

DAVIDSON, E.W.; URBINA, M.; PAYNE, J.; MULLA, M.S.; DARWAZEH, H.; DULMAGE, H.; CORREA, J.A. 1984. Fate of **Bacillus sphaericus** 1593 and 2362 spores used as larvicides in the aquatic environment. Applied and Environmental Microbiology (Estados Unidos) v. 47, p. 125-129.

DULMAGE, H.T. 1981. Insecticidal activity of isolates of **Bacillus thuringiensis** and their portential for pest control. **In**: Burges, H.D. (Ed.). Microbial control of pest and plant diseases. 1970-1980. Academic Press, London. p 193-222.

DE BARJAC, H. 1981. Identification of H-serotypes of **Bacillus thuringiensis. In**:Burgues, H. D. (Ed.). Microbial control of pests and plant diseases. 1970-1980 Academic Press, London. p.35-43.

HARVEY, W.R.; CIOFFI, J.; DOW J.A.T.; WOLFERSBERG, M.G. 1983. Potasium ion transport. ATPhase in insect epithelium. Journal of Experimental Biology (Inglaterra) v.106, p.91-117.

IGNOFFO, C.M.; GARCIA, C.; KROHA, M.J. FUKADA, T. COUCH, T.L. 1981. Laboratory tests to evaluate the potencial efficacy of **Bacillus thuringiensis** var. **israelensis** for use against mosquitoes. Mosquito News (Estados Unidos) v. 41, p. 85-91.

KNOWLES B.H.; ELLAR, D.J. 1987. Colloid osmotic lysis is a general feature of the mechanisms of action of **Bacillus thuringiensis** delta endotoxins with different specificities. Biochemica and Biophysica Acta (Holanda) no.924, p.509-518.

KRIEG, A.; HUGER, A.; LANDENBRUCH, G.; SCHNETTER, N. 1983. **Bacillus thuringiensis** var. **tenebrionis**: a new pathotype effective against larvae of Coleoptera. Zeitschrift fur angewandte Entomologie/Journal of Applied Entomology (Alemania) v. 96, p. 500-508.

LOGAN, N.A.; BERKELEY, A.C. 1984. Identification of **Bacillus** strains using API system. Journal of General Microbiology (Estados Unidos) v 130, p 1871-1872.

McGAUGHEY, W.H. 1985. Insect resistance to the biological insecticide **Bacillus thuringiensis.** Science (Estados Unidos) v. 227, p. 193-195.

_____; JOHNSON, D.E. 1987. Toxicity of different serotypes and toxins of **Bacillus thuringiensis** to resistant and susceptible Indian meal moths (Lepidoptera Pyralidae). Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 80, p. 1122-1126.

MULLIGAN F.S., III; SCHAEFFER, C.H.; WILDER, W.H. 1980. Efficacy and persistence of **Bacillus sphaericus** and **B. thuringiensis** H-14 against mosquitoes under laboratory and field conditions. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 73, p. 684-688.

NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARS. 1984. (Approved Standard M2-A3). Performance standard for antimicrobial disk susceptibility tests. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Villanova, Pa. U.S.A.

PADUA, L.E.; OHBA, M.; AIZAWA, K. 1984. Isolation of a **Bacillus thuringiensis** strain (Serotype 8a:8b), highly and selectively toxic against mosquito larvae. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v. 44, p. 12-17.

POLACK, J.; NOVICK, R.P. 1982. Closely related plasmids from **Staphylococcus aureus** and soil bacilli. Plasmid (Estados Unidos) v. 7, p. 152-162.

SILAPANUNTAKUL, S.; PANTUWATANA, S.; BHUMIRATANA, A.; CHAROENSIRI, K. 1983. The comparative persistence of toxicity of **Bacillus sphaericus** strain 1593 and **Bacillus thuringiensis** serotype H-14 against mosquito larvae in different kinds of environments. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v.42, p. 387-392.

SNEATH, P.H.A. 1986. Endospore-forming Gram-Positive Rods and Cocci. **In**: Butler J.P. (Ed.). Bergey's manual of Systematic Entomology. Vol.2 Williams and Wilkins, Baltimore, MD. U.S.A. p. 1104-1207.

THIERY, I. 1987. Similarities between crystal protein subunits of **Bacillus thuringiensis** strain Bti serotype H-14 and strain PG-14 serotype H-8a 8b, and their relationships with mosquitocidal activity. Annales du Institute Pateur de Microbiologie (Francia) v. 138, p. 457-470.

WHITELEY, H.R.; SCHNEPT, H.E. 1986. The molecular biology of parasporal crystal body formation in **Bacillus thuringiensis.** Annual Review of Microbiology (Estados Unidos) v. 40, p. 549-576.

YOUSTEN, A.; FRETZ, S.B.; JELLY, S.A. 1985. Selective medium for mosquito pathogenic strains of **Bacillus sphaericus.** Applied and Environmental Microbiology (Estados Unidos) v. 49, p. 1532-1533.

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
Vol. 19 No. 2, p.41 - 50. 1993

https://doi.org/10.25100/socolen.v19i2.10053

DESARROLLO DE METODOLOGIAS PARA LA CRIA MASIVA DE *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry & Moraes (Acari: Phytoseiidae) EN YUCA

Nora Cristina Mesa C.[1]
Jorge Iván Lenis C.[1]
Ann Braun[1]
Myriam Cristina Duque[2]

RESUMEN

Para el desarrollo de métodos de producción másiva de ácaros Phytoseiidae con miras a la regulación inducida de ácaros tetrany-chidos, es necesario conocer algunos aspectos básicos relacionados con la capacidad de incremento del ácaro benéfico, la disponibilidad de suficiente presa en el follaje suministrado y el medio natural donde se liberará el depredador. Con el objetivo de seleccionar una técnica con la que se consiga una máxima producción de poblaciones de fitoseiidos por unidad de cría en el menor tiempo posible y bajo condiciones similares al cultivo de la yuca, se llevó a cabo este trabajo, en el cual se probaron cinco sistemas: el "natural", consistente en plantas dispuestas en el campo y protegidas por una jaula con techo, donde se liberaron 900 hembras por jaula, y cuatro métodos denominados: "artificiales", los cuales se designaron: Frutero estratificado, Mesa y Bellotti, Holandés modificado y Tarro plástico. Cada uno de ellos fue infestado al principio del experimento, con 100 hembras. El ensayo se realizó en lotes de yuca en el CIAT-Palmira, en ranchos con sombrío y a la intemperie. Como sustrato de cría se usaron hojas colectadas directamente en el campo y follaje producido en casas de malla. Se pudo constatar que en las plantas de yuca ocurrió, además del establecimiento de la población inicial, un incremento del 96,6% en las poblaciones del ácaro depredador **Typhlodromalus tenuiscutus**, en los estratos medio y alto de las plantas, 15 días después de la liberación. En los métodos "artificiales", a los 7 días se evaluó el incremento de la población y se pudo constatar que tanto en el ambiente protegido (sombrío) como a la intemperie, es posible establecer exitosamente las crías, además de lograr aumentar significativamente la población en cualesquiera de las unidades de cría, con base en follaje proveniente de la casa de malla.

SUMMARY

To develop methods for massive production of Phytoseiidae mites with the aim to get an induced regulation of tetranychid mites, it is necessary to know some basic aspects related with the increase capability of the beneficial mite, the prey disponibility on the provided foliage and the natural environment where the predator will be released. The purpose of this research was to choose a technique for maximum production of Phytoseiids populations per rearing unit in the less possible time and under conditions resembling the cassava crop. Five systems were tested: The first one called "natural" which consists in plants placed in the field and protected with a roofed cage where 900 females where released; and four methods called "artificials" designated as: Stratified fruitier, Mesa & Bellotti, Modified Dutch and Plastic bowl, were infested with 100 females/each at the beginning of the assay. The experiment was conducted in the cassava fields in shadowy and outdoor sites, at CIAT-Palmira. Leaves collected from the field and from screenhouses were used as a rearing substrate. It was possible to verify in the cassava plants that besides the establishment of the initial population, a 96.6% increment in the **T. tenuiscutus** population ocurred in the uppper and medium thirds of the plants, 15 days after the released. The artificial methods were evaluated 7 days after infestation and it was confirmed that in both, the shadowy and the outdoor environments is possible to establish successfully the rearing as well as to increase significantly the mite population in any of the rearing units, using the foliage produced in the screenhouses.

INTRODUCCION

El desarrollo de metodologías para la cría masiva de ácaros Phytoseiidae (Acari) se constituye en un componente básico dentro de un programa de Control Biológico de ácaros fitófagos en yuca. La meta de un plan de producción masiva de fitoseiidos es la de obtener, con un mínimo de trabajo y espacio, el número máximo de hembras fértiles y de buena calidad, dentro de un período corto de tiempo y a un bajo costo (De Bach 1968).

Mackauer (1976) describe la cría masiva como la propagación, bajo condiciones de laboratorio, de una o más generaciones de material biológico colectado en el campo. El procedimiento incluye la selección de un pie de cría y el mantenimiento de esta colonia bajo condiciones que se espera no alteren el comportamiento de la población aislada en el laboratorio con respecto a la población similar que está bajo condiciones de campo.

De otra parte, es fundamental diseñar un método o unidad de cría que sea eficiente en la producción de depredadores, ya que al conocer el promedio que rinde esa unidad, es cuestión de establecer una producción en serie con el fin de obtener el nivel deseado (De Bach 1968).

La cría masiva de Phytoseiidae involucra los tres niveles tróficos: planta, presa y depredador. Según Hoy et al. (1991), muy pocas dietas artificiales que sean realmente efi-

[1] Programa Entomología de Yuca, Proyecto Control Biológico de Acaros. CIAT, Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia.

[2] Unidad de Servicio de Datos CIAT, Aparfado Aéreo 6713 Cali, Colombia.

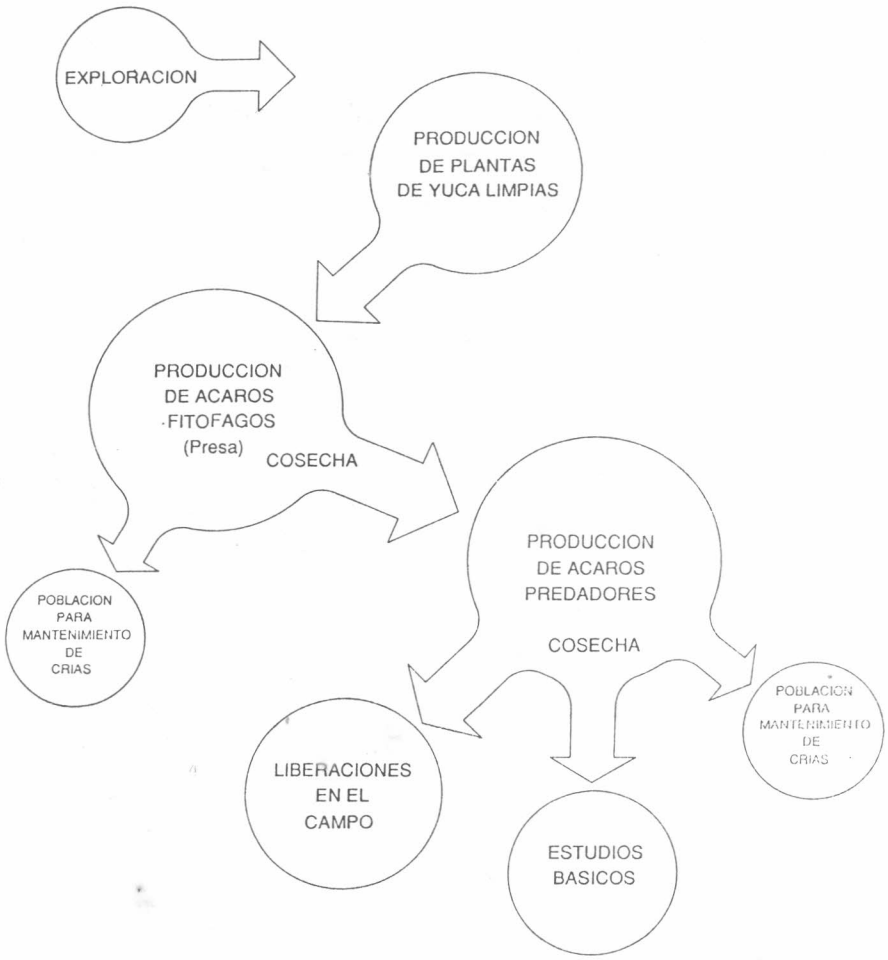


Figura 1. Representacion esquemática de la producción masiva de ácaros fitófagos y depredadores en el cultivo de la yuca.

cientes, se encuentran disponibles para artrópodos plagas o enemigos naturales.

En el desarrollo de técnicas de cría se realizan tres procedimientos básicos e interrelacionados (Fig. 1). Ante todo, las especies de Phytoseiidae entran al sistema a través de exploraciones en campos de yuca y son llevadas al laboratorio. El proceso incluye los siguientes pasos:

- Propagación de plantas de yuca limpias, las cuales alojarán las poblaciones de las presas. Esto se realiza a nivel de casa de malla.

- Desarrollo y mantenimiento de las colonias de las especies fitófagas, libres de contaminantes. De esta producción, una parte se cosecha para alimento de los depredadores y otra se deja como remanente para continuar las crías.

- Producción de depredadores en colonias puras. Estas poblaciones de ácaros a su vez se distribuyen para estudios básicos, estudios de campo y población remanente.

En relación con la calidad de los enemigos naturales obtenidos con este proceso de producción masiva, varios autores expresan su preocupación, así: Hoy et al. (1991) señalan que durante el proceso de cría pueden ocurrir cambios en las colonias debido a influencias genéticas o ambientales que pueden reducir la eficiencia de los enemigos naturales después de las liberaciones. Por su lado, Dicke et al. (1989) indican que algunos aspectos económicos en un programa de cría masiva de artrópodos benéficos pueden afectar las decisiones sobre los materiales de cría, como son las especies presas y sus plantas hospedantes, y estos cambios pueden afectar la calidad del benéfico. Es posible observar, en muchos programas de cría a nivel comercial, cómo la planta hospedan-te es diferente de la del cultivo donde se va a realizar el control biológico y, ocasionalmente, la especie presa también es diferente a la especie plaga que se va a controlar.

Conviene tener en cuenta apreciaciones en el diseño de métodos de producción masiva de las especies de fitoseiidos a nivel de laboratorio y con fines de utilización en el cultivo de la yuca. Dado que este cultivo pertenece en gran proporción a pequeños agricultores, cuyas plantaciones se ven afectadas por ácaros dañinos como **Mononychellus** spp. (Acari: Tetranychidae), y los controles químicos con costosos y riesgosos, se considera importante crear y ofrecer metodologías sencillas, económicas y a su alcance.

En primer lugar se tuvo en cuenta que el agricultor corriente no dispone de laboratorios ni invernaderos donde realizar el proceso de producción masiva, incluyendo tanto la obtención de plantas limpias como la de ácaros fitófagos y depredadores. Por esto se recurrió al uso, como sustrato de cría, de hojas tal como provienen del campo sin importar la densidad de la presa.

En segundo lugar, se decidió usar como cámaras de cría, las construcciones sencillas que el campesino tenga disponibles, por ejemplo, los ranchos para la protección de semi-

lla de yuca. Por último, se consideró que los recipientes para el desarrollo de las crías no deberían ser costosos ni de difícil adaptación, e incorporar implementos como tarros de basura, ladrillos y otros. Todas estas condiciones, obviamente, se compararon con los métodos rutinarios donde se utilizan hojas procedentes de las casas de malla y se trabaja bajo condiciones controladas.

Distribuición Geografíca y Selección de la especie de Phytoseiidae

La especie **Typhlodromalus tenuiscutus** McMurtry & Moraes se colectó originalmente en Cuzco (Perú) sobre hojas de banano; sin embargo, a través de las exploraciones realizadas por el Proyecto Control Biológico de Acaros de la Yuca del CIAT, este depredador se ha colectado en cultivos de yuca y se ha observado asociado con el complejo de ácaros tetranychidos **Mononychellus** spp. y **Oligonychus peruvianus** (McGregor). En Colombia se tienen pocos registros de esta especie, mientras que en el Ecuador está distribuida en seis provincias de la Costa Pacífica y en la Sierra. De acuerdo con la base de Datos del CIAT, también hay colecciones de Nicaragua y Venezuela, aunque con muy poca frecuencia.

De acuerdo con la estrecha relación observada entre este ácaro depredador, el cultivo de la yuca y el complejo **Mononychellus,** además del comportamiento registrado en las crías de laboratorio, donde es imposible criarlo en otro método que no sea sobre hojas de yuca y como presa la arañita verde, **Mononychellus** sp., se consideró de gran valor hacer un seguimiento de esta especie y apreciar su conducta bajo varias situaciones, para conocer aspectos de importancia en su selección como una especie promisoria en planes de control biológico.

Con base en estas consideraciones se diseño este trabajo, cuyos objetivos fueron los siguientes:

1. Seleccionar una técnica para la cría masiva del ácaro fitoseiido **T. tenuiscutus** que permita obtener una producción eficiente de este benéfico, mediante un método sencillo, económico y viable.

2. Comparar el efecto de la procedencia del follaje de yuca usado como sustrato básico de la presa y el de las *condiciones ambientales donde se* desarrollan las metodologías sobre la producción del fitoseiido.

3. Evaluar el establecimiento e incremento de la población del depredador **T. tenuiscutus**, liberado en jaulas semiprotegidas en el campo.

MATERIALES Y METODOS

Procedencia del Follaje y la Prensa

1. **Campo**.- En lotes de yuca del CIAT en Palmira (Valle), donde no se habían realizado aplicaciones recientes de plaguicidas, se colectaron hojas de la parte media y superior de las plantas. Este follaje, además de los ácaros Tetranychidae **Mononychellus tanajoa** (Bondar), **M. caribbeanae** (McGregor), **M. mcgregori** (Flechtmann & Baker), **T. urticae** Koch y **O. peruvianus**, en ocasiones contenía ácaros fitoseiidos, insectos depredadores, la chinche de encaje **Amblystira machalana** Drake (Hemiptera: Tingidae), patógenos de insectos y de ácaros, y aún hongos de la yuca.

2. **Casa de malla**.- Se uso follaje de plantas de más o menos dos meses de edad, de la variedad de yuca CMC-40, la cual se siembra en casas de malla (Fig. 2). Estas plantas son posteriormente trasladadas a jaulas donde se infestan con ácaros del complejo **Mononychellus** y al cabo de 8 días se obtienen altas poblaciones del fitófago. Estas plantas están libres de cualquier agente contaminante, insectos o ácaros.

Ranchos o Cámaras de Cría

Se construyeron dos tipos de ranchos considerando las condiciones que puede tener un campesino: Rancho con techo de marcolita y sin paredes, y Rancho con techo de palmiche y paredes de latas de *guadua y cortinas de costal para* atenuar las corrientes de aire. (Fig. 3). Cada tipo de rancho se colocó tanto bajo sombrío de árboles como a la intemperie.

Metodos de Cría "Artificiales"

En todos los métodos de cría utilizados se siguió el mismo principio básico, es decir, se colocó un primer nivel con 20 hojas de yuca por cada procedencia y 100 hembras del fitoseiido. Día de por medio se adicionaron 15 hojas a cada método y se retiraron las más descompuestas.

De los cuatro métodos diseñados, tres tienen, como parte de su construcción básica, dos parrillas en su interior colocadas a diferentes niveles. A continuación, se describe cada método:

Frutero: Como su nombre lo indica, semeja un frutero estratificado de uso doméstico. Consiste en dos parrillas a diferentes alturas unidas por un eje central y todo descansa sobre una base. Esta estructura va protegida por un tarro de basura invertido y toda la unidad se coloca sobre una bandeja con agua para evitar la entrada de otros ácaros (Fig. 4). Es importante mencionar que el tarro de basura protector debe tener perforaciones en su base para permitir el intercambio y la circulación de aire dentro de la unidad de cría.

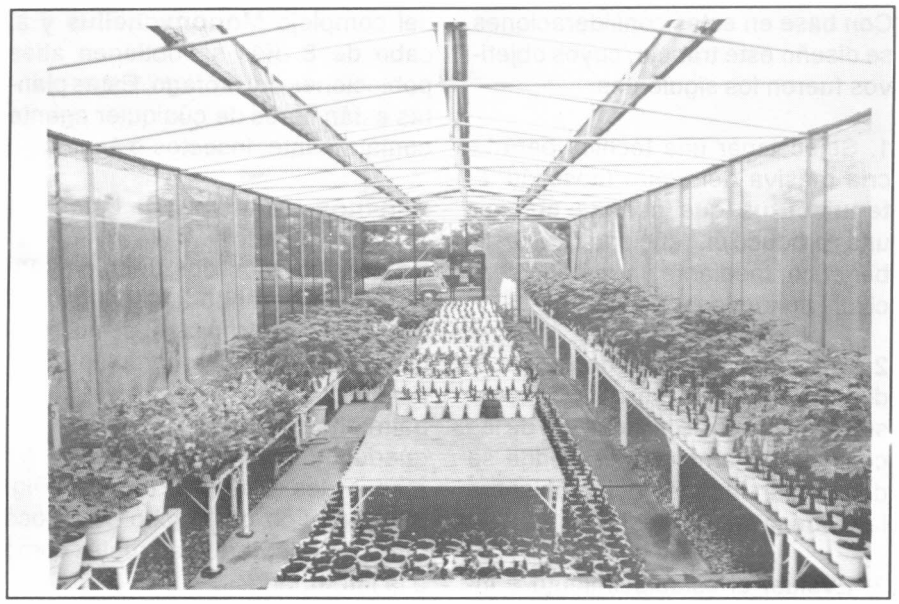


Figura 2. Casa de malla y sistema de producción de plantas de yuca.

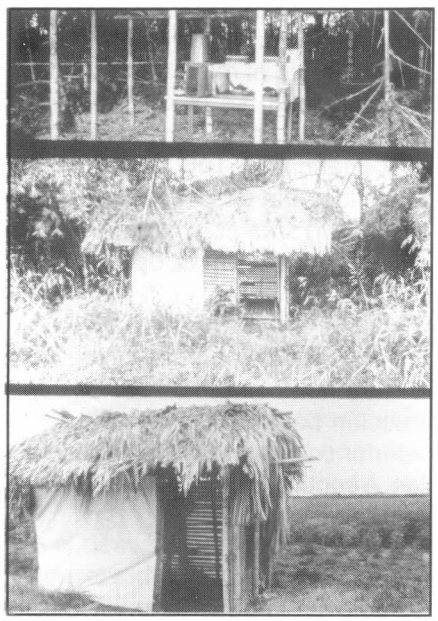


Figura 3. Ranchos utilizados para la cría de **Typhlodromalus tenuiscutus** en el campo.

Tarro Plástico: Se usó en tarro de basura plástico, al cual se le abre una puerta lateral. El tarro se pone boca abajo y en su interior se colocan dos pares de alambres que atraviesan el tarro y sobre estos, dos parrillas construidas con malla metálica para jaulas (Fig. 5). La puerta se mantuvo cerrada y sellada con cinta de enmascarar y toda la unidad se colocó sobre una bandeja con agua. Para realizar los cambios de hojas simplemente se abre la puerta del tarro.

Mesa & Bellotti (M&B): Este método fue descrito por Mesa y Bellotti (1986) y se ha seguido usando para la cría de casi todas las especies que se crían sobre hojas de yuca. El método consiste en una bandeja plástica transparente de 30x25x20 cm con tapa hermética acondicionada con un orificio de 10 cm de diámetro y forrado con papel de filtro para facilitar la aireación de la unidad. En el interior de la unidad se colocan, a diferentes niveles, dos parrillas metálicas y sobre ellas las hojas. Como en todos los métodos la unidad se coloca sobre un recipiente con agua (Fig. 6).

Holandés Modificado: Este método consiste en un ladrillo sumergido en una bandeja con agua; sobre él se coloca una parrilla metálica y sobre ella el follaje (Fig. 7). Después de varios cambios se forma una pequeña montaña de hojas. Esta unidad se coloca dentro de una cámara con paredes de plástico, para evitar la deshidratación de las hojas.

Método de Cría "Natural"

En este método denominado "Natural", se utilizaron jaulas de 3x3x2,3 m, iguales a las usadas para la cría de gusano cachón de la yuca, **Erinnyis ello** (L.), y forradas con malla negra (Fig. 8). Sobre cada jaula se colocó un techo provisional

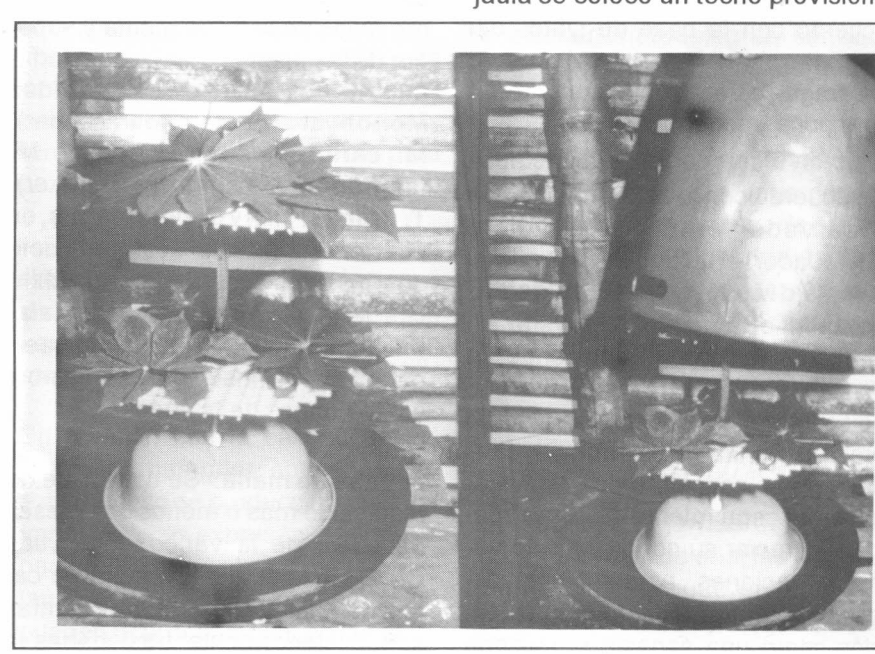


Figura 4. Método de Cría "Frutero".

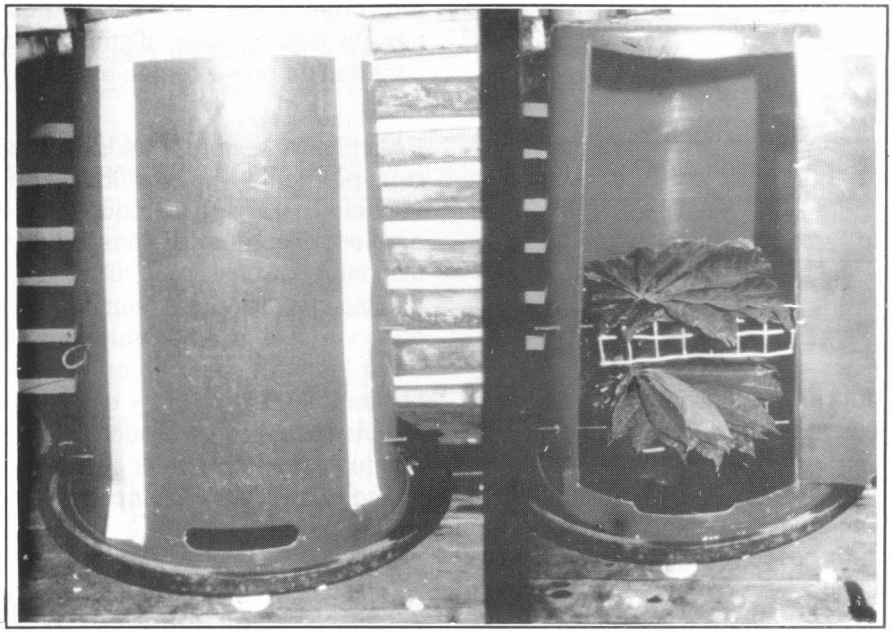


Figura 5. Método de Cría "Tarro Plástico".

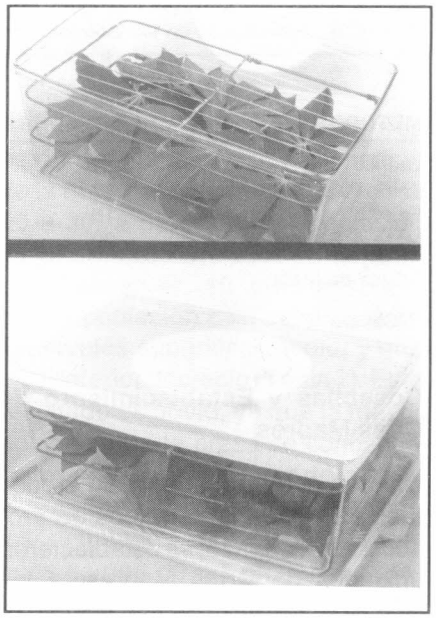


Figura 6. Método de Cría "Mesa & Bellotti".

de plástico para evitar que el agua entrará a través de la malla y destruyera la población de ácaros. Cada jaula contenía nueve plantas de yuca y sobre cada una de ellas se colocaron 100 hembras de **T. tenuiscutus,** es decir un total de 900 hembras por jaula.

En un experimento preliminar se determinó cómo se distribuían las 900 hembras sobre las plantas y cómo se debía evaluar el proceso de establecimiento 10 días después de la liberación.

Estimación del Tamaño de Muestra

Para todos los métodos, y en los dos ambientes, se estimó el número de hojas sobre el cual se contaron todos los ácaros benéficos o dañinos presentes, en sus diferentes estados de desarrollo. Este proceso requirió un ajuste hasta obtener un tamaño confiable y que no incluyera muchas hojas para contar, ya que el método debe ser eficiente y rápido. En la Tabla 1 se presenta el número de hojas por método y sitio.

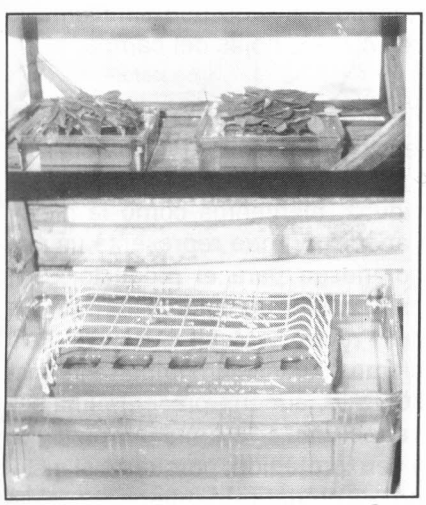


Figura 7. Método de Cría "Holandés Modificado".

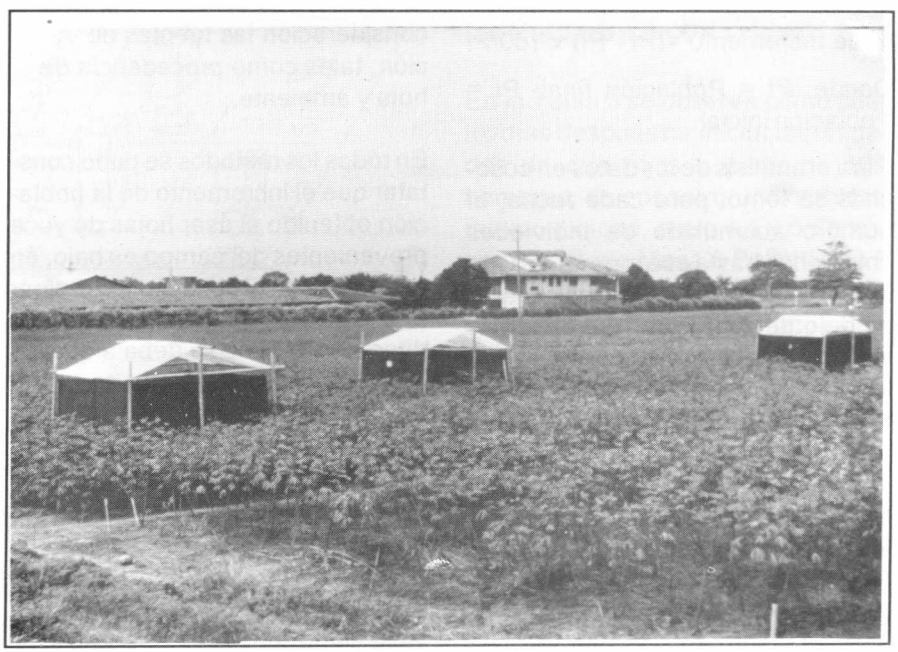


Figura 8. Jaulas utilizadas en campo como método de cría "Natural".

TABLA 1. Número de hojas evaluadas en los diferentes métodos de cría **Typhlodromalus tenuiscutus** en los diferentes ambientes. CIAT - Palmira.

	GUADUAL		GALLINERO			
	Palmiche		Marcolita		Palmiche	
METODOS	CM*	C**	CM	C	CM	C
Ladrillo	14	22	22	22	12	31
Tarro Plástico	12	12	12	12	24	24
Frutero	16	16	16	16	27	27
Mesa & Bellotti	20	20	20	20	20	20

* Casa de Malla

** Campo

Cosechas y Establecimiento de Crías Madres

Una vez seleccionados los métodos más eficientes en términos de producción y varianza, se establecieron unidades de Crías Madres, a las cuales se les cosecharon cada 4, 8 y 15 días, las hembras presentes en la unidad. Del grupo cosechado se tomaron 300 hembras y se iniciaron dos nuevas unidades de crías (Hijas), las cuales también se evaluaron a los cuatro días. De cada método, tanto para las colonias Madres como para las Hijas, se hicieron tres repeticiones.

Los datos referentes al establecimiento se procesaron usando la siguiente ecuación:

% de Incremento =(Pf - Pi) x 100/Pi

Donde: Pf = Población final; Pi = Población inicial.

Para el análisis de los datos en cosechas se tomó, para cada fecha, el número acumulado de individuos colectados hasta ese momento. Con estos valores se procedió a ajustar el modelo de regresión que tiene por variables independientes el tiempo y las variables dicótomas que muestren diferencias entre tratamientos (períodos entre cosechas). Como variable dependiente se tomó el número acumulado de individuos colectados, transformado logarítmicamente.

Para estimar el período de cosecha más adecuado en términos de producción de individuos, se uso la siguiente ecuación:

$Nt = e^{a} \cdot e^{b.\ tiempo}$

Donde: Nt = población obtenida en cada cosecha (hasta el momento, t); a = intercepto; b = tasa de crecimiento de la población (a y b son parámetros estimados).

RESULTADOS

Producción de Individuos

Con relación a la selección de un método de cría eficiente y fácil, se pudo establecer que al usar cualquiera de los sistemas diseñados era posible obtener un incremento de la población en cualquiera de los ambientes probados; sin embargo, en la eficiencia del método entran en consideración las fuentes de variación, tales como procedencia de la hoja y ambiente.

En todos los métodos se pudo constatar que el incremento de la población obtenido al usar hojas de yuca provenientes del campo es bajo, en contraste con el obtenido al emplear follaje de la casa de malla; esta diferencia tal vez se deba a que las hojas de campo, aunque se colectan con cierta densidad de presa, contienen otras especies de depredadores de la familia Phytoseiidae y del orden Coleoptera que compiten por el alimento disponible; por otra parte, durante el desarrollo del experimento de febrero a junio, se encontraron en el campo altas poblaciones de ácaros del complejo **Mononychellus** atacados por hongos, lo cual también disminuyó la cantidad de presa disponible.

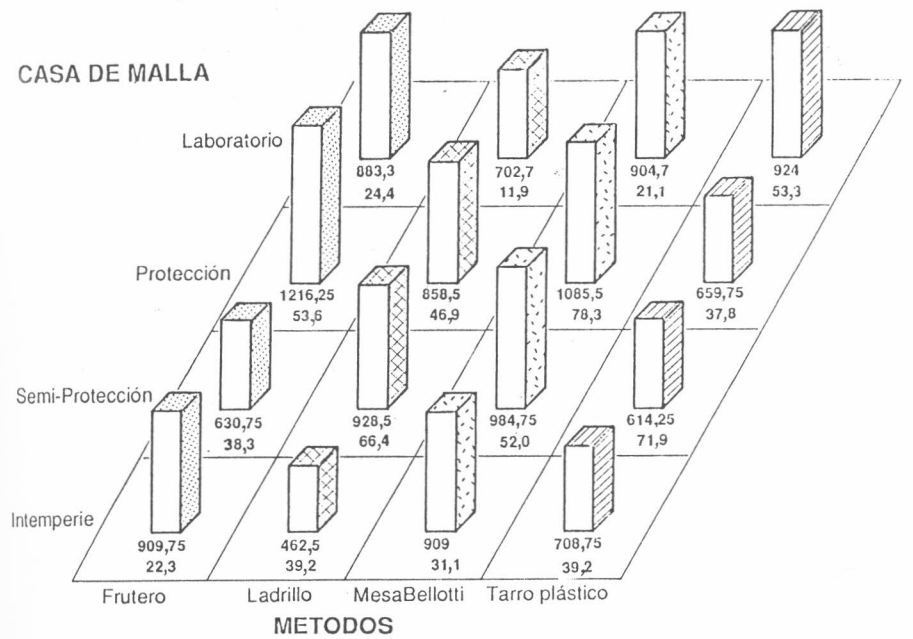
En la Figura 9 se presenta la producción promedia y el coeficiente de variación para cada método, en cada ambiente y con los dos tipos de hojas disponibles. Con estos resultados fue posible visualizar que aunque no se observaron diferencias muy grandes entre los promedios de producción por método, el Frutero y el Mesa & Bellotti mostraron en todos los ambientes los valores más altos, pero usando siempre las hojas provenientes de la casa de malla.

Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) con sus respectivas interacciones para la variable población total, considerando como fuentes de variación el método, la procedencia de la hoja y el ambiente, resultando significativa la procedencia de la hoja. Por lo anterior, las hojas de la casa de malla se eligieron como el mejor sustrato de cría de la especie depredadora por estar libre de cualquier contaminación. Esta condición hace que los métodos de cría se encarezcan en términos económicos, pues los procesos involucrados en la producción masiva de **Mononychellus** (plantas limpias y cría del fitófago) requieren más esfuerzos y costos que simplemente colectar las hojas del campo.

Finalmente, como criterio para seleccionar un método se usaron, además de la mayor producción de individuos, elementos como la menor variabilidad que representa un menor riesgo para el productor. Con este criterio se eligieron los métodos del Frutero y Mesa & Bellotti. Este último se consideró importante conservarlo, aunque presentó una alta variabilidad en el ambiente protegido y semiprotegido, porque es el método con el cual se mantienen con éxito las colonias en el laboratorio.

TABLA 2. Incremento población de **Typhlodromalus tenuiscutus** en jaulas en el campoCIAT - Palmira.

Nivel	Población Inicial por Hoja	Población Final por Hoja	Total por Nivel	Incremento %
1 - 5	16,15	31,75	538	96,59
10 - 15	16,15	31,71	564	96,31
20 - 30	16,15	12,94	295	.....



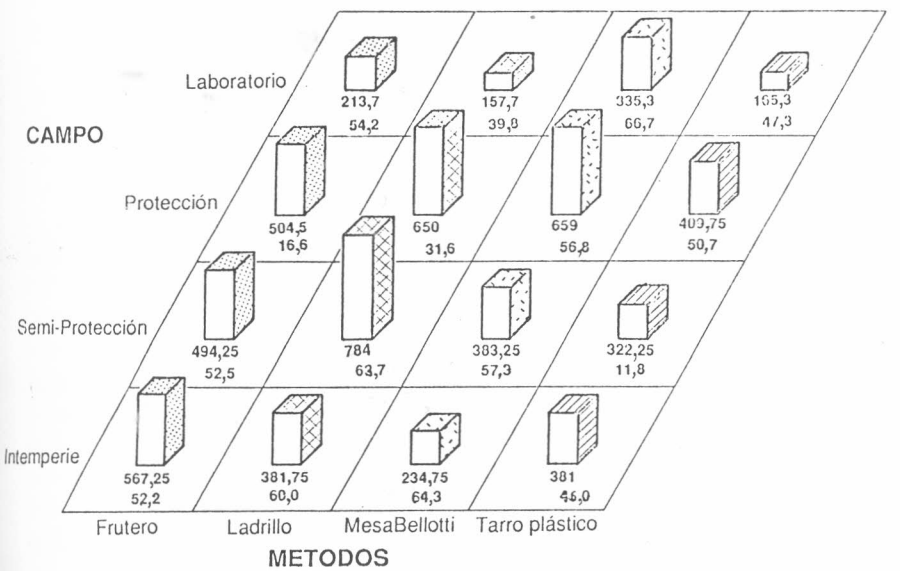


Figura 9. Producción total media de **T. tenuiscutus** en cuatro metodos de cria en diferentes ambientes. (El número supeior corresponde al promedio y el inferior al coeficiente de variación).

Comportamiento de la Población en las Jaulas

Al evaluar la población en los tres estratos de la planta seleccionados: de la hoja 1 a 5, de la 10 a 15 y de la 20 a 30, a partir de una población inicial de 16,3 individuos por hoja, se pudo observar, 10 días después, que la población casi se duplicó en los niveles superior y medio, y que en el inferior decreció (Tabla 2). Este resultado es obvio, ya que la mayor población de la presa se concentra en los estratos superiores de la planta, y además se constituye en uno de los resultados más satisfactorios, pues es una de las primeras experiencias en el campo, en la que se logra que la población se incremente estando sometida a las condiciones climáticas y de competencia de presa.

Con el fin de establecer un sistema de cría masiva bajo condiciones de campo sobre plantas y luego retirar las jaulas para lograr la dispersión del depredador en el cultivo, se estan realizando algunos trabajos.

Evaluación del Establecimiento en las Unidades de Cría Hijas

En la Tabla 3 se observa cómo cuatro días después de iniciar las unidades de cría hijas a partir de 100 hembras, se encontró un establecimiento exitoso, entre 4,5 y 6 veces, con el método Mesa & Bellotti y de 3 a 7 veces en el Frutero. Lo anterior corrobora que tanto el método como el follaje están interactuando eficientemente en la producción masiva del **T. tenuiscutus**.

De otra parte, el hecho de poder comprobar que 100 hembras son suficientes como pie de cría básico para establecer una producción masiva, es algo muy importante, ya que es un número relativamente bajo de hembras a utilizar.

TABLA 3. Evaluación de establecimiento e incremento de la población de **Typhlodromalus. tenuiscutus** en dos métodos de cría.

	MESA & BELLOTTI			FRUTERO		
	Unidades Hijas			Unidades Hijas		
MADRE	1	2	3*	1	2	3
1	583	655	505	631	727	459
2	549	377	659	508	662	481
3	957	677	505	737	957	313
Población final	696,3	569,7	556,3	625,3	782,0	417,7
% Incremento	596,3	469,7	456,3	525,3	682,0	317,7

TABLA 4. Validación de los valores estimados para los parámetros de la t **Typhlodromalus tenuiscutus.**

R_o	R_M	T		TD
22,5	0,257	12,3	1,3	2,7

Población Esperada = Población Inicial (100 0) x $e^{Rm.t}$
Población Esperada a los 8 dias = 800 individuos

Mesa & Bellotti	Frutero
905 = 100 x $e^{Rm.8}$	883 = 100 x $e^{Rm.8}$
R_m = 0,275	R_m = 0,272

También es muy importante resaltar el potencial reproductivo de la especie, ya que con un mínimo de tiempo (4 días) la población se multiplica varias veces, en los dos sistemas de cría.

En términos de producción total de individuos, considerando todo los estados de desarrollo, también es posible hacer una estimación de las unidades necesarias para el futuro.

Se considera que lo más importante de estos resultados es poder validar los valores estimados para los parámetros de la Tabla de Vida de la especie **T. tenuiscutus**, con los datos de producción total de población obtenidos en ocho días con los dos métodos seleccionados. Para esta validación se usaron datos de la producción con los métodos de cría Frutero y Mesa & Bellotti bajo condiciones de laboratorio, que no son precisamente los mayores. Se uso la ecuación de incremento de la población:

Población esperada = Pi (100 0) x $e^{Rm.t}$

Donde: Pi = Población inicial; e = Base de los log. naturales; Rm = Rata intrínseca de crecimiento natural; t = un tiempo dado.

En la Tabla 4 se presentan los valores estimados de la Tabla de Vida y el cálculo de la R_m con la producción de ácaros obtenida con dos de los métodos desarrollados en este trabajo. El valor obtenido para la Rm con los dos métodos de cría es un poco mayor que el calculado bajo condiciones de laboratorio (condiciones ideales de Tabla de Vida), lo cual valida ampliamente lo obtenido en investigación básica con trabajos de orden más aplicado, es decir, el porcentaje de incremento de la población de **T. tenuiscutus** calculado bajo condiciones de laboratorio resultó ser totalmente válido bajo condiciones de campo.

Cosechas y Establecimiento de Crías Madres

Después de haber seleccionado los métodos de Frutero y el Mesa & Bellotti como sistemas básicos, y de comprobar que no había diferencias entre los ambientes, se montó en el laboratorio el proceso de cosechar las hembras de la unidad de Cría Madre cada 4, 8 y 15 días para definir el período de cosecha más adecuado, es decir aquel con el cual se obtuviera el mayor número de hembras en cada conteo sin afectar a la población remanente en la unidad de cría.

En la Tabla 5 se presenta el número promedio de hembras por cada período y en cada método. Es importante resaltar que mientras se realiza una sola cosecha cada 15 días, con un promedio de 689 y 675 hembras, se pueden realizar de 3 a 4 cosechas, con un promedio de 390 y 365 hembras, al hacer la cosecha cada 4 días. Se realizó una prueba de comparación y no se encontró diferencia significativa entre métodos para cada período de cosecha.

TABLA 5. Pproducción total media de **Typhlodromalus tenuiscutus**endos métodos de cría bajo períodos de cosecha de 4,8 y 15 días.

Períodos de cosecha (días)	Mesa & Bellotti n	$\bar{X}$	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Frutero n	$\bar{X}$	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
4	39	365,7	156,8	84	896	39	390,3	183,0	788	338
8	30	531,8	163,0	189	896	30	540,8	194,2	191	1040 15
15	18	675,3	292,5	355	1370	18	689,1	338,0	202	1575

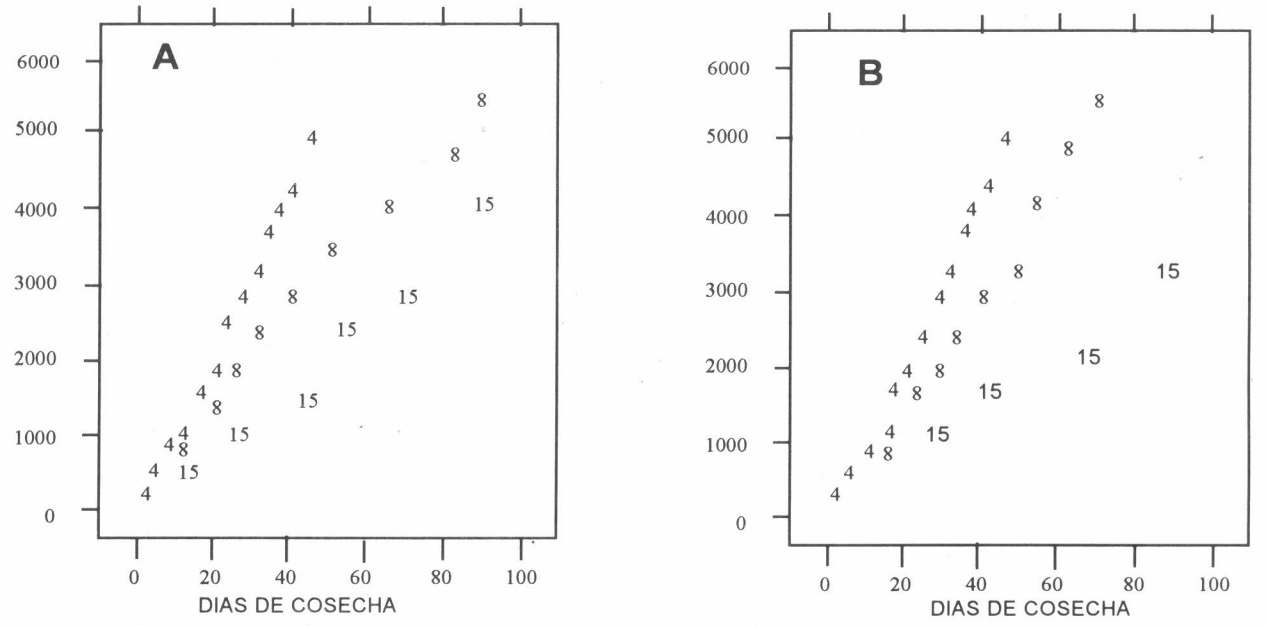


Figura. 10. Crecimiento de la población de **Typhlodromalus tenuiscutus** realizando cosechas cada 4, 8 y 15 días. **A**. Método Mesa & Bellotti; **B**. Método Frutero.

TABLA 6. Tasa de crecimiento poblacional en dos métodos de cría de **Typhlodromalus tenuiscutus** en cosechas a los 4, 8 y 15 días.

	Cosecha			
Método	**Días**	**a***	**b****	**R^{2***}**
Frutero	4	6,18	0,057	91,23
	8	6,32	0,035	94,64
	15	5,86	0,030	95,32
Mesa &	4	5,59	0,073	79,86
Bellotti	8	6,27	0,036	92,93
	15	5,85	0,030	93,61

* a = Intercepto
** b = Tasa de crecimiento de la población
***R^2 = Coeficiente de Determinación

Como se observa en la Tabla 6, los mayores valores de tasa de crecimiento de la población (b) se registraron con la cosecha cada 4 días en cualquiera de los 2 métodos, siendo sobresaliente el crecimiento en el método Mesa & Bellotti de 73%. Para las cosechas a los 8 y 15 días no se observaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento.

En cuanto al coeficiente de determinación (R^2), el cual mide la variabilidad explicada por la variable tiempo, el menor valor se registró para el método Mesa & Bellotti a los 4 días, lo que significa que aunque con este método se tiene la mayor tasa de crecimiento, también se presenta la mayor variabilidad, como se había expresado anteriormente.

En la Figura 10A se presentan la población acumulada versus las diferentes fechas en que se realizaron las cosechas para el método Mesa & Bellotti y en la Figura 10B para el método Frutero. Como se puede observar, el mayor crecimiento se presenta en las cosechas a los 4 días, mientras que a los 8 y 15 días el crecimiento es similar.

También es importante resaltar que además de obtener mayor población al cosechar cada 4 días, la inversión con este período de cosecha (en hojas que contienen alimento) es menor con relación a las hembras producidas que con cosechas a los 8 y 15 días, ya que hay que suministrar muchísimo follaje durante esos períodos antes de obtener la producción.

Esta información, además de dar una idea sobre la forma de crecimiento de la población, también permite hacer una estimación del número de unidades de cría que se requieren para obtener una población determinada con fines de liberación y envío.

CONCLUSIONES

- Se pudo establecer que, en términos de producción de individuos y menor varianza, los métodos Mesa & Bellotti y Frutero se presentan como

los mejores sistemas para la cría del ácaro fitoseiido **T. tenuiscutus.**

- En general, en todos los métodos y en todos los ambientes fue posible producir masivamente la especie, siempre y cuando el follaje de yuca proviniese de la casa de malla y no directamente de los campos de cultivo. Hasta el presente, no se ha encontrado la manera de que el follaje del campo logre proporcionar un sustrato adecuado para la cría de **T. tenuiscutus**, lo cual bajaría los costos de producción.

- En los dos métodos seleccionados fue posible realizar cosechas de hembras cada cuatro días, sin afectar la población remanente, lo cual se constituye en una ventaja del método en cuanto a eficiencia productiva.

- Se pudo comprobar el establecimiento exitoso de la población de **T. tenuiscutus** en las unidades de cría, a partir de 100 hembras.

- Dentro de las jaulas en el campo y en los estratos foliares estudiados, se pudo evidenciar un incremento del 96,5 y del 96,3% en los estratos superior y medio, respectivamente; en tanto que en el inferior, la población del benéfico decreció al disminuir en este estrato las poblaciones de ácaros fitófagos que le sirven de presa.

BIBLIOGRAFIA

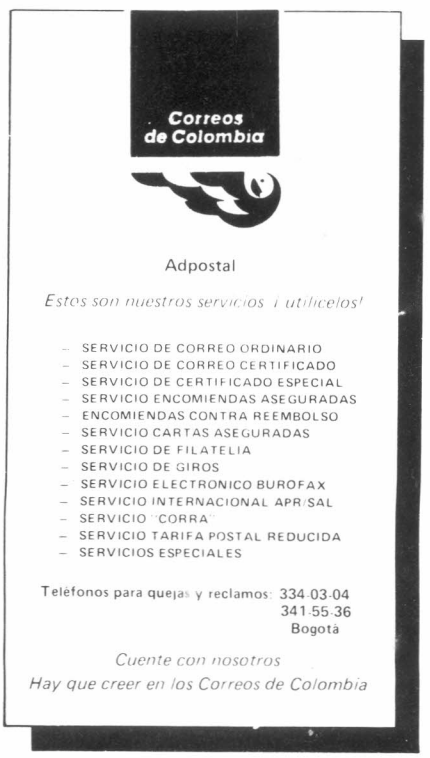
DE BACH, P. 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Primera edición. Compañía Editorial Continental, México, D.F. 927 p.

DICKE, M.; MARIJKE DE JONG; ALERS, M.P.T.; STELDER, F.C.T.; WUNDERINK, R.; POST, J. 1989. Quality control of massreared arthropods: Nutritional effects on performance of predatory mites. Zeitschrift für angewandte Entomologie/ Journal of Applied Entomology (Alemania) v.108, p 462-475.

HOY, M.A.; NOWIERSKI, R.M.; JOHNSON, M.W.; FLEXNER, J.L., 1991. Issues and ethics in commercial releases of arthropod natural enemies. American Entomologist (Estados Unidos) v. 37 no. 2, p. 74-75.

MACKAUER, M. 1976. Genetic problems in the production of biological control agents. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v. 21, p. 369-385.

MESA C., N.C.; BELLOTTI, A.C. 1986. Ciclo de vida y hábitos alimenticios de **Neoseiulus anonymus**, predator de ácaros Tetranychidae en yuca. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 12 no. 1, p. 34-66.



REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
Vol. 19 No. 2, p. 51 - 57. 1993

https://doi.org/10.25100/socolen.v19i2.10054

CICLO DE VIDA, HABITOS Y ENEMIGOS NATURALES DE *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) EN CEBOLLA DE BULBO (*Allium Cepa* L.)

María Cristina Hincapié C.[1]
María Eugenia Saavedra H.[1]
Adolfo León Tróchez P.[2]

RESUMEN

El presente estudio sobre ciclo de vida, evaluación de daños y enemigos naturales del minador del follaje **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard), en cebolla de bulbo, se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal del ICA en Palmira, a 1.006 msnm, con una temperatura promedia de 24, 7°C y una humedad relativa del 64,3%, y en las veredas de "Rozo" en Palmira, "San Marcos" en Yumbo, y "Auji" en El Cerrito, departamento del Valle del Cauca. La duración promedio del ciclo de vida fue: huevo 1,5 días; larva 5,54 días, dentro de los cuales la prepupa duró 4 horas 2 minutos; pupa 8,14 días; longevidad del adulto hembra 15 días, y la del macho 7,6 días; el número promedio de huevos por hembra fue 100; en el laboratorio la relación de sexos fue 1,42 ♀♀: 1♂. Se observó el comportamiento del insecto en sus estados activos, y se obtuvieron algunas particularidades sobre el modo de alimentación de las larvas y los adultos. En cuanto a la fluctuación de la población las trampas utilizadas indicaron poblaciones altas en la zona de Auji, municipio de El Cerrito, (máxima de 6.137 y mínima de 1.664 adultos/900 cm^2), mientras que en la zona de Rozo, municipio de Palmira, la población fue baja (máxima 242 y mínima 8 adultos/900 cm^2). Los insecticidas más utilizados en la zona de estudio fueron abamectina y cyfluthrin. Se encontraron tres parasitoides del orden Hymenóptera: **Diglyphus sp.**(Eulophidae), **Halticoptera** sp. (Pteromalidae) y posiblemente **Opius** sp. (Braconidae). Entre las plantas que hospedan a **L. huidobrensis** se encontraron: fríjol (**Phaseolus vulgaris**), habichuela (**P. vulgaris** var. **humilis**), pepino (**Cucumis sativus**), repollo (**Brassica oleracea**), ajo (**Allium sativum**), crisantemo (**Chrysanthemum** sp.), oreja de alce (**Emilia sonchifolia**), guasca (**Galinsoga parviflora**), cerraja (**Sonchus asper**), bledo (**Amaranthus retroflexus**), verdolaga (**Portulaca oleracea**), paraguas (**Hydrocotile umbellata**) y chamico (**Datura stramonium**).

SUMMARY

The present study on the life cycle, damage evaluation and natural enemies of the leafminer **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard) in cultivated bulb onion was conducted at the ICA'S Plant Protection laboratory in Palmira (Colombia), at 1006 masl, average temperature of 24.7C and a relative humidity of 64.3%, and the site of Rozo in Palmira, and the towns of Yumbo and El Cerrito (Valle del Cauca). The average duration of th e egg was 1.5 days; larva 5.54 days; prepupa 4 hours 2 minutes and pupa 8.14 days; the longevity of the female adult was 15 days and that of the male 7.6 days; the number of eggs per female was 100; the sex relationship was 1.42 ♀♀: 1♂. The behavior of the insect during their active stages was also determined and some particularities of the feeding habits of the larvae and adults were found. The population fluctuation was measured by the use of insects traps, showing a high density at the Auji site in El Cerrito (maximum of 6137 and minimum of 1664 adults/900 cm^2), while in Rozo, Municipality of Palmira, the population was low (maximum of 242 and minimum of the 8 adults/900 cm^2). The most used insecticides in the area of the study were abamectin and cyfluthrin. As natural enemies were found three parasitic Hymenoptera: **Diglyphus** sp. (Eulophidae), **Halticoptera** sp. (Pteromalidae) and possibly **Opius** sp. (Braconidae). Plants found as hosts of **L. huidobrensis** were: beans (**Phaseolus vulgaris**), kindney beans (**P. vulgaris** var. **humilis**), cucumber (**Cucumis sativus**), cabbage (**Brassica oleracea**), garlic (**Allium sativum**), chrysanthemum (**Chrysanthemum** sp), red tasselflower (**Emilia sonchifolia**), galinsoga (**Galinsoga parviflora**), prickly sow-thistle (**Sonchus asper**), pigweed (**Amaranthus retroflexus**), pusley (**Portulaca oleracea**), umbrella (**Hydrocotile umbellata**) y burnweed (**Datura stramonium**).

INTRODUCCION

Actualmente, el cultivo de la cebolla de bulbo (**Allium cepa** L.) se puede considerar como una de las hortalizas más importantes en Colombia y ocupa una extensa área en los municipios de Palmira (Vereda de Rozo), Yumbo (Vereda de San Marcos), y El Cerrito (Veredas de Aují, Regaderos y Chinche Viejo) en el Valle del Cauca. Sin embargo, el cultivo se ve afectado por diferentes factores limitantes, entre los cuales los insectos plagas revisten especial importancia, porque causan daño desde el inicio hasta la terminación de la cosecha. El daño más significativo es causado por la mosca minadora de la hoja **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae).

La información en Colombia sobre este minador del follaje en cebolla de bulbo es muy escasa y sus efectos sobre el cultivo no se han evaluado agronómica ni económicamente. En vista de esta situación se realizó el presente trabajo, el cual tuvo por objetivos: Estudiar el ciclo de vida de **L. huidobrensis** en cebolla de bulbo, bajo condiciones de laboratorio; Reconocer las plantas hospedantes y los parasitoides en las zonas de estudio; Determinar la fluctuación de la población y su incidencia en el

1. Ing. Agronómas. Cra. 40 No. 5A-40. Cali, Colombia.

2. Ing. Agronómo, M.Sc. Sanidad Vegetal-ICA. Apartado Aéreo 233. Palmira (Valle) Colombia

cultivo; y Evaluar los insecticidas utilizados en el control del minador.

REVISION DE LITERATURA

La literatura relacionada con los primeros registros del minador es escasa; sin embargo, se ha publicado bastante en relación con otros minadores del género **Liriomyza** y en cultivos diferentes a la cebolla de bulbo como: fríjol, crisantemo, gypsofila y papa (Price 1981).

El minador del follaje **L. huidobrensis** causa graves problemas en las plantas de cebolla de bulbo, debido a lo intensivo del cultivo, al uso indiscriminado de agroquímicos y al manejo inadecuado de sus poblaciones, constituyéndose en uno de los principales limitantes, tanto por los costos que implica mantener las poblaciones en niveles mínimos de daño como por la afección causada directamente a los cultivos de cebolla (Price 1981).

Soto y Pérez (1984) afirman que las diferentes especies del género **Lyriomyza** se encuentran distribuidas entre los países americanos con una presencia más significativa en Norte y Sur América. Según Spencer (1973), **L. huidobrensis** ha sido registrado en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, E.E.U.U. (California y Hawaii), Perú y Venezuela. En Colombia, **L. huidobrensis** se ha encontrado en las siguientes zonas cebolleras: Aquitania y Villa de Leyva (Boy.); Sabana de Bogotá; Oriente Antioqueño; Ocaña (N. de Sant.); Cáqueza, Choachí, Fómeque (Cund.); Palmira (Rozo), Tenerife, Yumbo (San Marcos), Pradera y Guacarí (Valle del Cauca); y en el departamento del Cauca (Sarmiento et al. 1980; López 1989).

Prando y Da Cruz (1986) realizaron el ciclo de vida de **L. huidobrensis** sobre fríjol, bajo condiciones de laboratorio con humedad relativa del 70 ± 10% y temperatura de 25 - 26°C, y obtuvieron los siguientes resultados: duración total del ciclo 15,86 días; duración del estado embrionario 2,13 días; período larval 5,86 días; período pupal 7,91 días; longevidad de adultos sobre plantas hospedan-tes para hembra 11,42 días y macho 4,3 días; el número de huevos por hembra fue de 133.

El género **Liriomyza** se ha registrado en una gran variedad de especies vegetales cultivadas y silvestres, pero principalmente en ornamentales y hortalizas. De las ornamentales la especie más atacada es el crisantemo (Mora y Mosquera 1984). En hortalizas se ha registrado sobre tomate y apio (Zehnder y Trumble 1984); en fríjol se reporta como una plaga importante en Ecuador y Tanzania (Espinosa y Sánchez 1982;Katundu 1980). Por observaciones realizadas en el laboratorio de Entomología del ICA en "Tibaitatá" a partir de adultos y larvas procedentes de los alrededores del municipio de Ocaña (N. de Sant.), se encontró que la especie causante del problema en cebolla de bulbo es **L. huidobrensis** (Zenner 1986). Por otro lado, Arévalo (1988) registra esta especie en Colombia, atacando cebolla, acelga, espinaca, remolacha, apio, haba. arveja, fríjol, pompón y gypsofila.

En cuanto a sus enemigos naturales, todos los registrados pertenecen al orden Hymenóptera y a las Familias Eulophidae, Braconidae y Cynipidae, siendo la primera la de mayor importancia. Dentro de la familia Eulophidae se han encontrado: **Dyglyphus** sp. ectoparásito de larva-pupa; **Chrysocharis** sp. ectoparásito de larva-pupa (Sarmiento et al. 1986; Posada y García 1976); Posada y García (1976) mencionan además la especie **Euparacrias phytomyzae** (Brethes) como parásitoide de **L. huidobrensis**. En la familia Braconidae se registra una especie del género **Opius,** y de la familia Cynipidae se registra un endoparásito de larva-pupa aún no identificado (Sarmiento et al. 1986).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en cuatro localidades del Valle del Cauca: El Centro de Investigaciones "Palmira" del ICA y el corregimiento de Rozo en Palmira, vereda de San Marcos en Yumbo, y vereda de Auji en El Cerrito, entre julio de 1990 y junio de 1991.

En el estudio del ciclo biológico, el primer paso consistió en establecer una cría bajo condiciones de laboratorio (T = 24,7° C y H.R. = 64,3%), mediante la infestación en plantas de cebolla. Los adultos de la plaga junto con las plantas se confinaron durante 24 horas en jaulas de madera de 0,9x0,8x0,6 m cubierta con tela organza (Fig. 1A). Estas plantas se utilizaron para hacer las observaciones diarias de los estados inmaduros.

Para el estado de huevo se colectaron hojas que presentaron signos de oviposición y con la ayuda de un alfiler se levantó la epidermis de la hoja y se sacaron 30 huevos, a los cuales se les midió el largo y el ancho, y además se anotó el lugar de la hoja donde se encontraron. Para determinar la forma y el período de oviposición de **L. huidobrensis** se recurrió a sembrar plantas de cebolla en materas plásticas, luego se armó una jaula-vaso a la cual se le abrieron ventanas circulares y se cubrieron con tela organza para evitar la acumulación de vapor de agua; en el extremo inferior del vaso se perforó un orificio para introducir la parte terminal de una hoja de cebolla; en el otro extremo del vaso se abrió un orificio para introducir 2 parejas de adultos recién emergidos y para suministrar una sustancia azucarada como alimento (Fig. 1B). Cada dos días y con la ayuda de un microscopio estereoscópico, se contó el número de huevos por jaula y

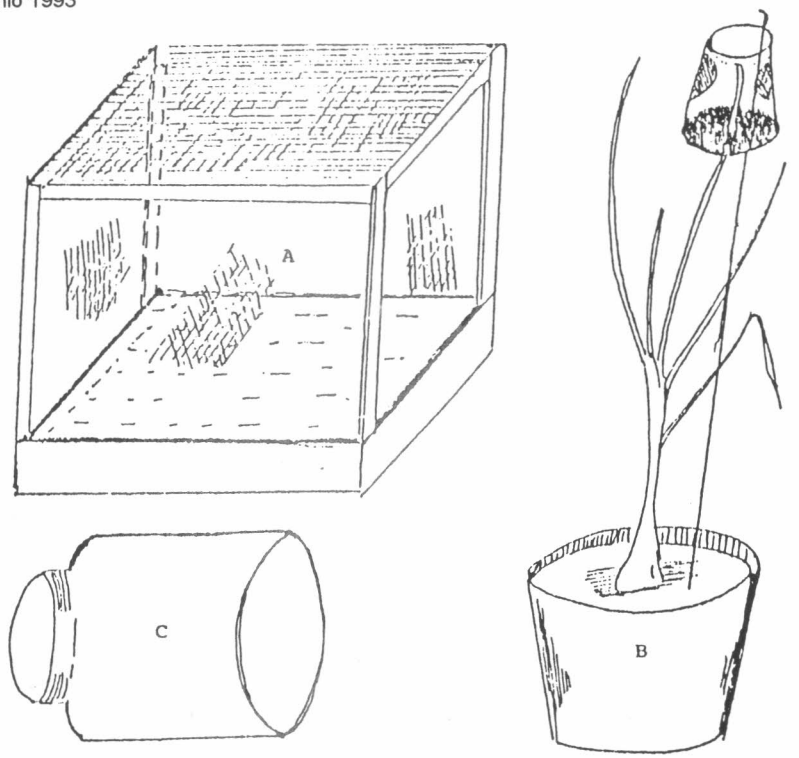


Figura No. 1. A- Jaula de madera. **B**- Jaula-vaso para la oviposición de **L. huidobrensis**. **C**- Cámara de emergencia de adultos.

con estos datos se elaboró la curva de oviposición.

Para estudiar el estado de larva se tomaron hojas con minas, y diariamente se examinaron 30 larvas hasta cuando estas cayeran al suelo antes de empupar; a estas larvas se les midió la longitud y ancho., y además se observaron los cambios morfológicos externos. Para establecer la duración de los instares larvales se utilizó una media ponderada, donde se tuvo en cuenta el número de individuos y el día de aparición de las larvas en sus diferentes instares, mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$X1 = (WiXi)/Wi,$

donde: Wi = Número de individuos; Xi = Día de aparición.

Para la observación de la prepupa, sobre las materas y en la base de las plantas se colocaron ruanas de tela organza para colectar las larvas recién emergidas de las minas y evitar que se enterraran en el suelo, donde generalmente ocurre el estado de pupa. Allí se determinó el tiempo transcurrido desde el momento en que la larva cae al suelo hasta que logra la quietud total. Estas larvas se colocaron en cámaras de cría que consistían en frascos de boca ancha con arena humedecida y previamente desinfestada, la cual se cubrió con una tela para colocar las larvas que iban a empupar (Fig. 1C); la boca del frasco se taponó con papel absorvente para evitar que los adultos escaparan al emerger. Los adultos recién nacidos se separaron por sexos y se estableció la relación hembra: macho. Para determinar la relación de sexos en el campo se hicieron colecciones sucesivas sobre los cultivos y se contabilizó la cantidad correspondiente a cada sexo.

Con el fin de establecer los productos químicos, las dosis y la frecuencia de empleo utilizados para el control del minador en las diferentes zonas cebolleras del Valle del Cauca, se realizó una encuesta.

Con respecto a la fluctuación de la población del minador, en el campo se colocaron tableros-trampa con plástico amarillo para atraer a los adultos; al plástico se le untó un pegante para así poder cuantificar la cantidad de adultos por trampa. Estas trampas se leyeron cada 8 días.

Para determinar las plantas hospedantes alternas, en las zonas de estudio se colectó el material vegetal que presentara hojas minadas, el cual se llevó al laboratorio y se colocó en cajas plásticas con papel absorvente hasta que se desarrollaron las pupas, las cuales se llevaron a los frascos para la emergencia de adultos. Las moscas se guardaron en frascos con alcohol al 70% para posteriormente hacer montajes de las genitalias y verificar si pertenecían a la especie **L. huidobrensis.**

El reconocimiento de los parasitoides se realizó mediante la recolección del material de cebolla afectado, el cual se llevó al laboratorio y se colocó en cámaras de cría. Los adultos de los parasitoides se colocaron en alcohol al 70% para su posterior identificación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo de vida

La duración promedia de los estados de **L. huidobrensis** bajo condiciones de laboratorio fue: huevo 1,5 días; larva 5,54 días, la cual pasa por tres instares larvales y una prepupa de 4 horas 2 minutos; pupa 8,14 días, para un total de huevo a adulto de 15,18 días (Fig. 2). La longevidad del adulto fue de 15 días para la hembra y 7,6 días para el macho; la relación de sexos en el laboratorio fue 1,62 ♀♀: 1♂, y en el campo de 1,42 ♀♀:1 ♂, el número de huevos colocados por hembra fue de 100.

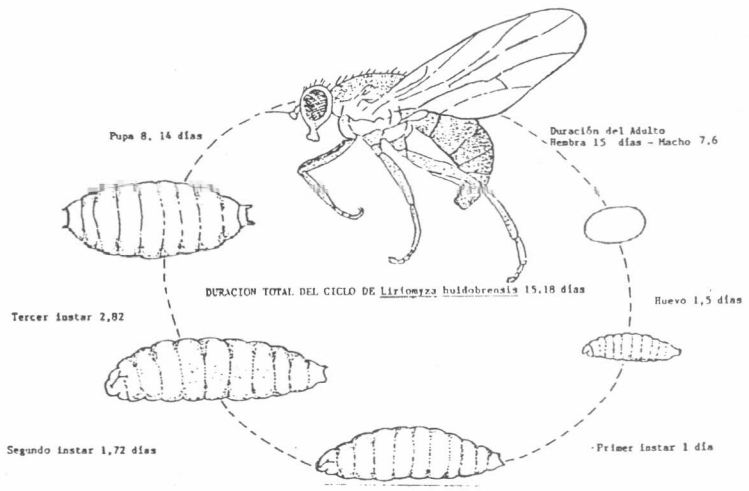


Figura 2. Duración promedio del ciclo de vida de **Liriomyza huidobrensis** en cebolla de bulbo.

Estos datos difieren de los obtenidos en otras investigaciones posiblemente debido a las condiciones ambientales y al huésped; aunque son muy similares a los obtenidos por Prando y Da Cruz (1976), quienes trabajaron en condiciones de laboratorio muy parecidas.

Descripción de los Estados

Huevo: El huevo es depositado debajo de la epidermis de las hojas, de preferencia hacia el ápice (60,6%), aunque se encuentran posturas en la parte media (30,3%) y unas pocas en la parte basal (9,09%). Inicialmente, la hembra con el ovipositor hace un orificio de 0,54 mm de diámetro y a un lado de este y debajo de la epidermis coloca individualmente un huevo, el cual se observa como una mancha redondeada más clara y brillante que la epidermis; además se observa una protuberancia. Los huevos miden, en promedio, 0,32 mm de largo x 0,15 mm de ancho. Su coloración, después de la postura, es transparente y a medida que transcurre su desarrollo se torna blanco lechoso. Después de 12 horas de ovipositado, en el huevo se observa una zona opaca que ocupa más o menos la parte media. En el momento de la eclosión, dentro del huevo se observa la larva de color transparente y realiza, con la ayuda de sus ganchos bucales, una fisura en el corión para iniciar su salida.

Larva: La larva presenta tres instares cuyas dimensiones se presentan en la Tabla 1. En el instar I la larva es de apariencia casi translucida, no presenta espiráculos visibles, y produce minas tenues y poco desarrolladas, dura en promedio 1 día. El instar II presenta una coloración blanco lechosa, tiene un par de espiráculos posteriores bien definidos y produce minas más diferenciadas; su duración promedia es de 1,72 días. En el instar III, la larva alcanza su máximo desarrollo, presenta dos pares de espiráculos, uno anterior y otro posterior, su cuerpo es blanco amarilloso y las minas que forma presentan un mayor tamaño; este instar dura en promedio 2,82 días.

Al alcanzar la prepupa la larva cesa su alimentación y hace un corte semicircular en el extremo de la mina y por medio de movimientos de contracción emerge de ella, cae al suelo y disminuye sus movimientos hasta quedar completamente quieta; se encoge de tamaño y ocurre un leve hinchamiento; los espiráculos anteriores y posteriores se tornan oscuros y están bien diferenciados.

Pupa: La pupa es de tipo coartata, de forma ovalada, con la parte anterior un poco más ancha. La coloración inicial es café claro y se torna a café oscuro en la fase final de su desarrollo.

Adulto: Los adultos emergen de la pupa rompiendo el extremo anterior por medio del ptilinum; al salir, las alas están dobladas sobre el cuerpo, el cual tiene una coloración pálida. El

Tabla 1. Ciclo de vida, longitud y ancho de los estado de **Liriomyza huidobrensis** en cebolla de bulbo, bajo condiciones de laboratorio (T= 24,7°C;H.R. = 64,3%). Palmira (Valle). 1990-1991.

			Longitud (mm)		Ancho (mm)	
Estado	**N**	**Duración**	**$\bar{X}$ ± D.E.**	**Rango**	**$\bar{X}$ ± D.E.**	**Rango**
Huevo	30	1,50	0,29 ± 0,03	0,27 - 0,32	0,15 ± 0,05	0,12 - 0,17
Larva						
Instar I	30	1,00	0,33 ± 0,04	0,23 - 0,40	0,14 ± 0,02	0,10 - 0,16
Instar II	30	1,72	1,07 ± 0,11	0,51 - 1,43	0,29 ± 0,02	0,20 - 0,37
Instar III	30	2,82	2,16 ± 0,06	1,42 - 3,26	0,57 ± 0,04	0,42 - 0,74
Total larva		5,54				
Pupa	50	8,14	1,72 ± 0,19	1,52 - 2,10	0,71 ± 0,08	0,53 - 0,63
Total Huevo - Adulto		15,18				
Adulto						
Hembra		15,00	.....	.....	.....	.....
Macho		7,60	.....	.....	.....	.....

punto amarillo en el metanotum, característico del género, sólo se observa cuando se ha desarrollado completamente y adquiere la coloración definitiva, aproximadamente a los 11 minutos después de la emergencia.

Las hembras inician la oviposición dosdías después de la emergencia, y alcanzan su máxima oviposición entre los días 9 y 11 (Fig. 3). El período de oviposición es de 16 días. Se observó que las hembras virgenes no ovipositan.

La hembra es más grande y más oscura que el macho, y los tres últimos segmentos abdominales terminan en un ovipositor largo y bien quitinizado; en el macho, los tres últimos segmentos abdominales son pequeñosy apicalmente quitinizados.

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a la relación de sexos (1,62 ♀♀: 1♂), la presencia más alta de hembras en las poblaciones hace suponer una capacidad de multiplicación constante del insecto. Lo anterior hace necesario tratar de establecer períodos de siembra estacionales; sin embargo, las condiciones del mercadeo hacen difícil tener épocas uniformes de siembra.

Enemigos naturales

Durante la realización de este trabajo se encontraron en los cultivos localizados en la zona de Auji (El Cerrito), tres parasitoides himenópteros **Diglyphus** sp. (Eulophidae), **Opius** sp. (Braconidae) y **Halticoptera** sp. (Pteromalidae), los cuales son parasitoides de larva-pupa o sea que como agentes de control no van a disminuir el daño ocasionado por las larvas, pero si se pueden utilizar en un programa de manejo integrado para disminuir las poblaciones del minador en zonas afectadas. **Diglyphus** sp. mostró un parasitismo del 37% y **Halticoptera** sp. del 70%, lo cual indica la capacidad de los parasitoides para sobrevivir a las aplicaciones frecuentes de insecticidas.

Huéspedes

En este estudio se encontró que como plantas hospedantes secundarias de **L. huidobrensis** sobresalen especies pertenecientes a la familia Compositae (Tabla 2). Algunas de las plantas, tales como la hierba mora y el chamico, sólo sirven como fuente de alimento de los adultos.

Es práctica normal del agricultor dejar el cultivo libre de malezas; sin embargo, las observaciones realizadas en este estudio indican que la maleza puede ser utilizada dentro de un programa de manejo, como un cultivo trampa o como un reservario de parasitoides, ya que al capturar adultos con jama en las malezas se encontró que un gran número corresponde a la famila Pteromalidae.

Fluctuación de la Población

En cuanto a la fluctuación de la población en la zona de Auji (El Cerrito), se encontró que en el semillero la población es relativamente baja, debido a que el agricultor al momento del transplante hace un despunte de las hojas, eliminando así una alta población de huevos y larvas; sin embargo, al observar la Figura 4 se nota una población inicial alta (6.137 adultos/900 cm^2), debido seguramente a individuos migrantes de cultivos vecinos. En esta figura se observan tres picos poblacionales durante el período vegetativo del cultivo, los cuales pueden corresponder a migraciones de cultivos vecinos o a ciclos de población de los insectos que están afectando el cultivo.

En la zona de Rozo, en Palmira, la presencia de adultos y la incidencia de la población fue baja (máxima de 242 y mínima de 8,33 adultos/900 cm^2).

Control Químico

De acuerdo con la encuesta realizada, el producto más utilizado para el control del minador del follaje, en las diferentes zonas, fue la abamectina, de la cual se llegan a aplicar hasta 40

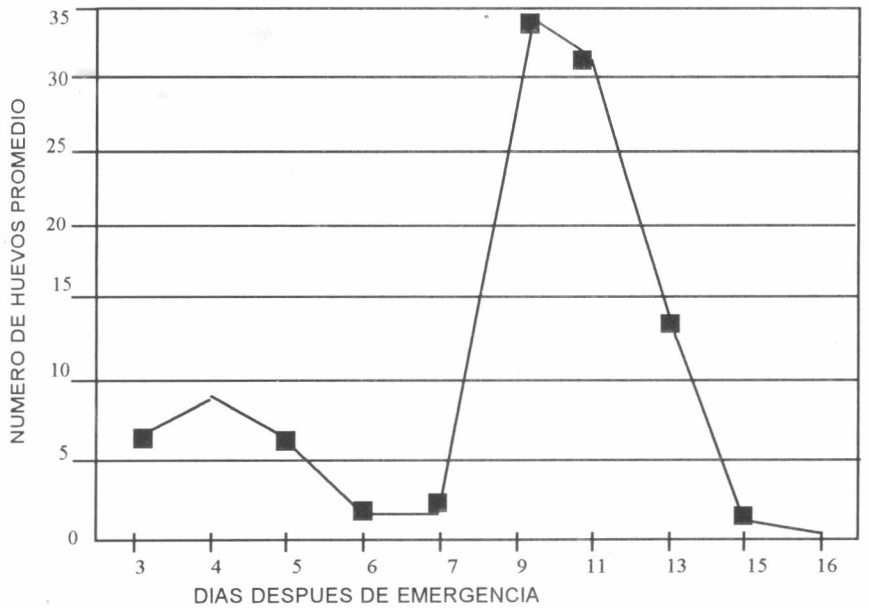


Figura 3. Curva de oviposición de **Liriomyza huidobrensis.** C.I. "Palmira". Palmira (Valle). 1990-1191.

Tabla . 2 Lista de plantas hospedantes secundarias de **Liriomyza huidobrensis** encontradas en la zona de Aují - El Cerrito (Valle). 1990 - 1991.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	USO
	Galinsoga parviflora Cav.	Guasca	Huésped
	Sonchus asper (L.) Hill.	Cerraja	Huésped
	Brassica oleracea var. **capitata** D.C.	Repollo	Huésped
Compositae	**Emilia sonchifolia** (L.) D.C.	Oreja de alce	Huésped
	Bidens pilosa L.	Papunga	Huésped
	Chrysanthemum sp.	Crisantemo	Huésped
Solanaceae	**Solanum nigrum** Sendt.	Hierba mora	Alimento
	Datura stramonium L.	Chamico	Alimento
Umbeliferae	**Hydrocotile umbellata** L.	Paraguas	Huésped
Portulacaceae	**Portulaca oleracea** L.	Verdolaga	Alimento
	Phaseolus vulgaris L.	Fríjol	Huésped
Leguminosae	**P. vulgaris** var.**humilis**	Habichuela	Huésped
Amaranthaceae	**Amaranthus retroflexus** L.	Bledo	Alimento
Cucurbitaceae	**Cucumis sativus** L.	Pepino	Huésped
Amaryllidaceae	**Allium fistulosum** L.	Cebolla	Huésped
	Allium sativum L.	Ajo	Huésped

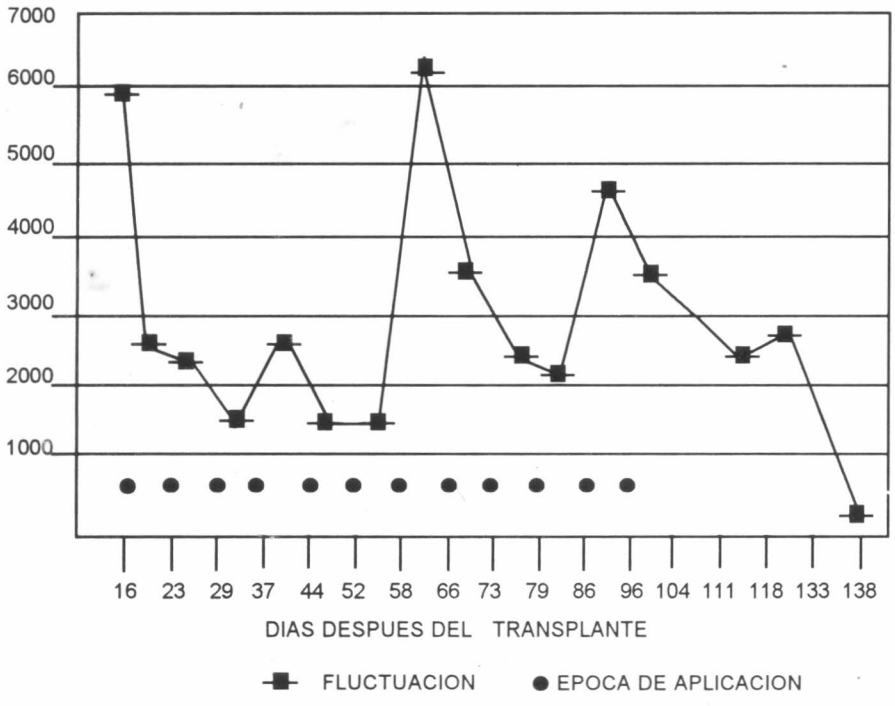


Figura 4 Fluctuación de la población de adultos de **Liriomyza huidobrensis** con base en las capturas con trampas amarillas. Auji - El Cerrito (Valle). 1990 - 1191.

cc del producto comercial por bomba de 20 l, con una frecuencia de 15 días entre aplicaciones (Tabla 3).

Además de la abamectina se utilizan otros productos piretroides sin tener en cuenta su efecto residual. Las aplicaciones se realizan de acuerdo con el número de adultos y el número de minas observadas; sin embargo, ninguno de los productos utilizados ejerce un control efectivo, ya que las poblaciones de la plaga se mantienen en niveles altos durante todo el período vegetativo del cultivo. Esto puede estar indicando el desarrollo de una resistencia a los productos.

El número de aplicaciones desde el transplante hasta el agobio (20 días antes de cosecha) es en promedio de 11. El control químico puede llegar a representar el 8,23% de los costos totales de producción.

CONCLUSIONES

- El ciclo de vida promedio de **L. hudiborensis** en cebolla de bulbo bajo condiciones de laboratorio (T = 24,7C.; H.R. = 64,3%)fue: huevo 1,5 días; larva 5,54 días (pasando por tres instares larvales y una prepupa de 4 horas 2 minutos); pupa 8,14 días; adulto hembra 15 días y macho 7,6 días; número de huevos promedio colocados por hembra 100; relación de sexos en el campo 1,42 ♀♀: 1♂ y en el laboratorio 1,62 ♀♀: 1♂.

- Los enemigos naturales de **L. huidobrensis** en cebolla de bulbo encontrados durante la realización de este trabajo fueron los parasitoides: **Diglyphus** (Eulophidae), **Opius** sp. (Braconidae) y **Halticoptera** sp. (Pteromalidae), siendo esta última especie la más frecuente.

- Entre las plantas cultivadas y silvestres que hospedan a **L. huidobrensis** se encontraron: bledo, hierba mora, verdolaga y chamico como fuente de alimento, y fríjol, habichuela, pepino, repollo, oreja de alce, guasca, cerraja, paraguas, ajo, crisantemo y cebolla larga que le sirven como verdaderos huéspedes, donde el insecto cumple su ciclo de huevo a adulto.

- Los insecticidas más utilizados en la región para el control del minador en cebolla de bulbo, en orden de importancia, fueron: abamectina, cyflutrin y evisect, solos o en mezclas con otros productos. El control químico no obedece al nivel de daño económico (NDE) sino que se hacen aplicaciones semanalmente con los consiguientes riesgos para la salud pública y el medio ambiente. Estas

Tabla 3. Insecticidas utilizados para el control del minador de la cebolla **Liriomyza huidobrensis** en las zonas de estudio en el Valldel Cauca. 1990 - 1991.

Municipio	Vereda	Insecticida	Ing. Activo	Dosis PC/200L	Frecuencia de aplicación
Yumbo	San Marcos	Vertimec	abemectina	200cc	Quncenal
		Triperdex	cipermetrin	200cc	Semanal
		M. Parathion	parathion	500cc	Semanal
		Baytroide	cyflutrin	200cc	Semanal
		Tamaron	metamidofos	500cc	Semanal
	Manga	Triperdex	cipermetrin	250cc	Semanal
	Vieja	Cymbush	cipermetrin	250cc	Semanal
		Decis	deltametrina	200cc	Semanal
		Vertimec	abecmectina	200cc	Semanal
El Cerrito	Regaderos	Vertimec	abecmectina	250cc	Quincenal
		Baytroide	cyflutrin	250cc	Semanal
		Evisect	thiocyclan	200g	Semanal
	Aují	Vertimec	abecmectina	300cc	Semanal
		Baytroide	cyflutrin	400cc	C/3 Semanas
		Evisect	thiocyclan	150cc	Semanal
	Chinche	Vertimec	abecmectina	200cc	Quincenal
	Viejo	Baytroide	cyflutrin	200cc	Quincenal
Palmira	Rozo	Hostathion	triazophos	400cc	Quincenal
		Vertimec	abecmectina	50cc	Quincenal
		Furadan	carbofuran	300cc	Quincenal
		Baytroide	cyflutrin	300cc	Quincenal
		Evisect	thiocyclan	300g	Quincenal
		Monitor	metamidofos	200cc	Quincenal
	La Torre	Hosthation	triazophos	500cc	Quincenal
		Dipterex	triclorfon	500cc	Semanal
		Tamaron	metamidofos	500cc	Semanal
		Sistemin	dimetoato	500cc	Semanal
		Furadan	carbofuran	300cc	Quincenal
		Baytroide	cyflutrin	300cc	Quincenal
		Evisect	thyociclan	300g	Quincenal

aplicaciones representan el 8,23% de los costos totales de producción.

- Las trampas amarillas con un pegante pueden ser utilizadas como un medio de control y de monitoreo de la plaga, siempre y cuando se realicen estudios para determinar el número necesario de trampas por hectárea.

BIBLIOGRAFIA

AREVALO, I. S. de. 1988. Reconocimiento de minadores dípteros (Diptera, Agromyzidae) en la Sabana de Bogotá. **En:** Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 15°, Manizales, julio 27-29 de 1988. Resúmenes. SOCOLEN, Manizales. p. 42.

ESPINOSA, O.; SANCHEZ, J. 1982. El minador del fríjol **Liriomyza** sp. (Diptera: Agromyzidae), una plaga de interés económico en el Valle del Catamayo. Anales de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. v. 10 no. 1, p. 81-92.

KATUNDU, J.M. 1980. Agromyzid leafminer a new insect pest to Tanzania. Tropical Grain Legume Bulletin (Tanzania) v. 20, p. 8-10.

LOPEZ, R.L. 1989. El minador de la cebolla. Situación en el Oriente de Cundinamarca. ICA. Informe. 8 p.

MORA M.,H.R.; MOSQUERA P., F. 1984. Biología del minador de las hojas del crisantemo **Liriomyza trifolii** (Burgess). Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 10 nos. 1 y 2, p. 45-49.

POSADA, L.; GARCIA, F. 1976. Lista de predadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. ICA, Bogotá. 90 p.(Boletín Técnico no. 41).

PRANDO, H; DA CRUZ, F. 1986. Aspectos de biología de **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) en laboratorio. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil (Brasil). v. 15 no. 1, p 77-88.

PRICE, J. F. 1981. Ecología, biología y control de **Liriomyza trifolii** (Burgess) minador de hojas de crisantemo en América. **En**: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 8°, Medellín, julio 29-31 de 1981. Memorias. SOCOLEN, Palmira. p. 13-28.

SARMIENTO ,C., J.; SARAY-MUÑOZ, P.; ACOSTA G., A. 1986. Biología de **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) en **Gypsophila paniculata** L., bajo invernadero comercial. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 12 no. 2, p. 17-25.

SOTO, O.; PEREZ, J. 1984. Reconocimiento de las principales plagas del fríjol en Lambayeque. INIPA, Lima no. 32, p. 19.

SPENCER, K. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomológica. v. 9. Dr. W. Junk B.K., The Hague. 418 p.

ZEHNDER, G.M.; TRUMBLE, J.T. 1984. Host selection of **Liriomyza** species (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in adjacent planting of tomato and celery. Environmental Entomology (Estados Unidos) v. 13, no. 2, p. 492-496.

ZENNER DE POLANIA, I. 1986. Reconocimiento de la problemática del minador **Liriomyza** sp. en la Provincia de Ocaña. Informe. ICA, Bogotá. 3 p.

https://doi.org/10.25100/socolen.v19i2.10055

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
Vol. 9 No. 2, p. 58- 63. 1993

Vol. 19 No. 2. 1993

EVALUACION DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE LA HABICHUELA EN LA PROVINCIA DE SUMAPAZ (CUNDINAMARCA)

Pedro C. Prada1
Adela Rodríguez2
César Cardona2

RESUMEN

Mediante una serie de experimentos realizados en fincas de agricultores se evaluó una propuesta de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para el control de la mosca blanca de los invernaderos, **Trialeurodes vaporariorum** (Westwood) y del minador del follaje, **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard), principales plagas de la habichuela en la provincia de Sumapaz. Inicialmente se hicieron cuatro ensayos replicados para comparar tres tratamientos: "MIP" (combinación de prácticas culturales con la utilización de un insecticida granular a la siembra y aplicaciones de insecticidas foliares a umbrales de acción previamente establecidos) " Químico (Utilización racional de insecticidas foliares a umbrales de acción previamente establecidos); y "Agricultor" (aplicación semanal, por calendario, de insecticidas foliares). Posteriormente, los tratamientos "MIP" y "Agricultor" fueron comparados en cuatro ensayos no replicados, conducidos por el método de investigación participativa con agricultores. Las poblaciones de la mosca blanca y del minador no difirieron entre tratamientos. En áreas donde la mosca blanca es la plaga clave, el sistema MIP permitió reducir el número de aplicaciones en un 54% y los costos de producción en un 18% con respecto al sistema tradicional del agricultor. La investigación participativa demostró que, con respecto al promedio de la zona(11 aplicaciones), es posible reducir las aplicaciones hasta en un 62%. Hubo ventaja económica para el sistema MIP y no se encontraron diferencias en rendimiento o calidad entre los tratamientos. En el área de San Bernardo, donde el minador del follaje es la plaga clave, los resultados tienden a mostrar que este insecto ha desarrollado un alto nivel de resistencia a los productos insecticidas usados en la zona y que aparentemente no afecta los rendimientos, por lo cual se considera que un componente del sistema MIP podría ser no aplicar insecticidas contra este insecto.

SUMMARY

The greenhouse whitefly, **Trialeurodes vaporariorum** (Westewood), and the leafminer **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard) are the two most important insect pests of snap beans in the Sumapaz province in Cundinamarca, Colombia. An IPM system for these insects was tested in a series of trials conducted in farmers fields. Four initial replicated trials included the following treatments: "IPM" (a combination of cultural control practices with the application of a granular insecticide at planting and foliar insecticides applications at preestablished action levels); "Chemical" (rational application of foliar insecticides at preestablished action levels), and "Farmer's" (weekly application of foliar insecticides). Subsequently, treatments "IPM" and "Farmer's" were compared in four unreplicated trials conducted with farmers within a participatory research scheme. Whitefly and leafminer popularions did not differ among treatments. In areas where the whitefly is the key pest, the IPM system resulted in 54% reduction in insecticide use and 18% reduction in costs. Participatory research demonstrated that implementation of a IPM system would permit a 62% reduction in insecticide use, with no losses in terms of yield or quality. In the San Bernardo area, where the leafminer is the key pest, results tend to indicate that it is virtually impossible to control this insect with traditional insecticides and that there is not yield increase when the insect is properly controlled with new insecticides. A possible IPM recommendation could be not to spray against the leafminer.

INTRODUCCION

El fríjol es, en general, un cultivo de bajos rendimientos relativos y estrecho margen de rentabilidad, por lo cual se estima que no permite un uso intensivo de insumos. Sin embargo, en la última década se ha puesto en evidencia que ha ocurrido un progresivo aumento del uso de insecticidas y fungicidas por parte de pequeños productores de la zona Andina, principalmente en Colombia, Ecuador y Perú. Los agricultores consideran la utilización masiva de agroquímicos como la única forma de prevenir pérdidas y por esta razón tienden a exagerar su uso haciendo aplicaciones en forma rutinaria y sin criterio racional. De esta manera, no es raro encontrar zonas donde se hacen 11 ó 12 aplicaciones de insecticidas, generalmente en mezclas, en un período vegetativo de apenas 80 a 90 días.

La continua aplicación de insecticidas crea problemas universalmente conocidos tales como: resistencia a los insecticidas, resurgencia de plagas y contaminación ambiental, fuera de crear situaciones de riesgo para la salud del agricultor y del consumidor. En el caso particular del fríjol en Colombia, se puede decir que la conversión del minador del follaje **Liriomyza huidobrensis** (Blanchard) (Diptera:Agromyzidae), en plaga de importancia ha tenido como causa principal el excesivo uso de insecticidas contra la mosca blanca de los invernaderos, **Trialeurodes vaporariorum** (Westwood) (Homoptera:Aleyrodidae), especie que en

1. Jefe de investigación. CRECED Provincia de Sumapaz, Regional 1 ICA. Carrera 5 No.7-08, Fusagasugá (Cund.), Colombia.

2.Asistente de Investigación y Entomólogo, respectivamente. Programa de frijol CIAT. Apartado Aereo 6713. Cali, Colombia.

los últimos años ha llegado a ser plaga clave del cultivo en zonas de ladera (Cardona 1989).

La zona de Sumapaz, en Cundinamarca, productora de unas 2.500 ha de habichuela por año, es típica de la situación descrita. Los diagnósticos (Cardona et al. 1991) indicaron que los agricultores hacen 11 aplicaciones de insecticidas de amplio espectro con una frecuencia semanal, siempre en mezcla con fungicidas. Restablecer el equilibrio ecológico en una zona perturbada es muy difícil, pero existen estrategias de manejo que permiten al menos aliviar la situación y reducir el excesivo uso de agroquímicos. El objetivo principal del presente trabajo fue comprobar la factibilidad técnica de una propuesta de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la habichuela y la validación del sistema propuesto en campos de agricultores por el método de investigación participativa.

REVISION DE LITERATURA

Son varias las plagas que pueden afectar al cultivo de la habichuela en las zonas de ladera de Colombia, pero en los últimos años la mosca blanca de los invernaderos se ha convertido en la plaga clave. El minador del follaje **L. huidobrensis** puede considerarse una plaga inducida. Otras plagas, tales como tierreros, babosas, **Trichoplusia ni** (Hubner) y **Epinotia aporema** (Walsingham), son en realidad secundarias (Cardona 1989).

El daño de la mosca blanca en habichuela se inicia apenas comienzan a desarrollarse las hojas cotiledonales y persiste hasta la cosecha. Los adultos y ninfas chupan la savia y excretan una sustancia azucarada sobre la cual crece un hongo causante de la fumagina, la cual mancha hojas y vainas, y demerita la calidad del producto final. En la zona de Fusagasugá (Cund.), las pérdidas por ataques severos de la mosca blanca se estimaron en 13 t/ha (48,4% del potencial de rendimiento) y bajas en calidad que hacen que el producto sea rechazado en el mercado (Cardona et al 1991).

Los ataques de minador del follaje también se inician con la aparición de las primeras hojas. El daño causado por las larvas tiende a concentrarse a lo largo de las nervaduras y aunque puede ser aparentemente intenso, no parece afectar toda la lámina foliar ni hay evidencias, por lo menos en la zona de Sumapaz, de que llegue a causar defoliación de la planta; además, esta parece tener la capacidad de compensar el daño mediante su hábito de crecimiento indeterminado. Lo anterior podría explicar por qué hasta la fecha, tal como lo reportan Cardona et al. (1991), no se ha encontrado respuesta en rendimientos al control del minador con productos eficientes tales como abemectina y ciromazina. Por lo anterior, se puede decir que la verdadera importancia económica del minador en la zona no ha sido demostrada en forma concluyente.

Tal como lo resume Cisneros (1986), los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) tienen que ser diseñados para las condiciones especiales de una localidad, pues deben responder a muchas variables específicas tales como sistema de cultivo, complejos de plagas, condiciones climáticas, valores económicos y culturales de los agricultores, entre otros. Estos principios se tuvieron en cuentra al formular la propuesta evaluada en el presente trabajo.

Los sistemas de MIP tienen como filosofía principal terminar con las aplicaciones por calendario (Walker 1987). Esto requiere la determinación de un umbral de acción, al cual se debe ejercer el control racional del insecto. En experimentos en los cuales se ejerció control de la mosca blanca de los invernaderos a diferentes niveles de ataque, se estableció como umbral de acción el que los autores denominaron "nivel 3", es decir cuando aparecen las primeras ninfas en el tercio inferior de la planta (Cardona et al 1993). Este umbral ha sido probado en ensayos a escala mayor en fincas de agricultores y no ha fallado ni en términos entomológicos (control) ni en términos económicos (relación beneficio/costo) (Cardona et al. 1991).

El control químico de **T. vaporariorum** es difícil. La evaluación bajo condiciones de invernadero de 24 insecticidas foliares, usados por agricultores en Sumapaz, indicó que apenas tres de ellos eran verdaderamente eficientes; también mostró que el carbofuran granular, aplicado al suelo al momento de la siembra, ejerce tan buen control como cinco aplicaciones de monocrotofos o metamidofos con un efecto residual de 30-40 días, por lo cual podría entrar a formar parte de la propuesta del MIP, ya que permitiría demorar la primera aplicación foliar (Cardona et al. 1991).

Los resultados de la investigación (Cardona et al. 1991) sobre métodos alternativos de control para mosca blanca de los invernaderos y el minador del follaje pueden resumirse de la siguiente manera: no se ha encontrado resistencia varietal, ni los enemigos naturales identificados parecen ejercer un control significativo (menos del 1% de parasitismo). El control cultural, en la forma de destrucción de residuos de deshoje y de cosecha, así como la inmediata destrucción de socas y el control mecánico, mediante la colocación de trampas amarillas impregnadas con aceite de camión, son medidas que contribuyen a la mortalidad de poblaciones. Por esta razón se incluyeron como componentes del sistema MIP.

La implementación del MIP por agricultores requiere de un proceso de

evaluación por ellos mismos. Por medio de la "investigación participativa" se logra vincular la experimentación propia de los agricultores con la realizada por los especialistas. En el caso del MIP se procura incorporar evaluaciones de los agricultores, sus críticas y nuevas ideas antes de formular recomendaciones finales. De acuerdo con Ashby (1990), la evaluación por parte de los agricultores no sustituye la experimentación cuidadosa de carácter agronómico y económico que le debe preceder, pero sí la complementa y provee información sobre cómo los agricultores perciben las recomendaciones del MIP que se les ofrece. De esto puede depender en buena parte el grado de adopción de la tecnología ofrecida.

MATERIALES Y METODOS

Todos los experimentos, ocho en total, se hicieron entre 1989 en fincas de agricultores localizadas a alturas de 1.550-1.990 msnm y en áreas cuya temperatura promedio fluctúa entre 16 y 18°C. Las prácticas culturales fueron las seguidas por los agricultores de la región. Las aplicaciones de plaguicidas se hicieron con volúmenes de mezcla de 200 a 600 l/ha, dependiendo de la edad del cultivo.

Los primeros cuatro experimentos se hicieron en un diseño de bloques completos al azar con 3 ó 4 replicaciones en parcelas de 100 a 150 m² por tratamiento. Los tratamientos fueron:

1."**MIP**". Los componentes fueron:

a) Eliminación de los residuos de cosecha antes de la siembra.

b) Aplicación de carbofuran granular, 1 kg i.a./ha a la siembra.

c) Instalación de trampas pegajosas amarillas para la captura de adultos de la mosca blanca y del minador del follaje.

d) Aplicación de insecticidas de reconocida eficacia para el control de la mosca blanca al umbral de acción denominado "nivel 3" (aparición de primeras ninfas en el tercio inferior de la planta).

e) Ejecución oportuna de las prácticas culturales (control de malezas, semi-aporque, tutorado, riego y poda de hojas bajeras).

f) Remoción y destrucción de los residuos de poda.

g) Utilización de **Bacillus thuringiensis** para el control de comedores de follaje y pasadores de vainas cuando se presenten.

h) Remoción y destrucción de la soca al terminar la cosecha del último pase.

Nivel de ataque	Mosca blanca	Minador
1	Presencia de adultos y/o huevos	Presencia de adultos y/o puntos de alimentación
3	Aparición de primeras ninfas en el tercio superior de la planta.	Presencia de minas iniciales pequeñas.
5	Gotas de melaza (brillo en hojas;2/3 de la planta muestran melaza).	Presencia generalizada de minas grandes en los 2/3 inferiores de la planta; presencia de prepupas y pupas en las hojas.
7	Aparición de fumagina	Presencia de adultos, puntos de alimenta ción y/o minas en el tercio superior; minas grandes y pupas en el tercio inferior.
9	Hojas y vainas cubiertas con fumagina	Toda la planta afectada; todos los estados del insecto presentes. Defoliación severa.

2. **"Químico"**. Consistió en la aplicación racional de insecticidas foliares para el control de la mosca blanca al nivel de ataque 3.

3. **"Agricultor".** Aplicación semanal de los insecticidas utilizados por los agricultores sin evaluación previa del nivel de ataque.

Los otros cuatro experimentos se hicieron por el método de "investigación participativa", en áreas donde la mosca blanca es la plaga clave. Se compararon los tratamientos "MIP" y "Agricultor', descritos anteriormente, en parcelas de tamaño no inferior a 1.000 m² por tratamiento y sin replicaciones por finca. Para efectos del análisis de los datos, cada finca constituyó una replicación.

A partir de los 14 días de edad del cultivo y hasta el último pase de cosecha, se tomó una muestra semanal de 10 plantas al azar por parcela y se estimó la incidencia de la mosca blanca y del minador en cada tratamiento por medio de las escalas visuales de ataque dadas en la siguiente tabla:

Los datos así obtenidos fueron utilizados para construir áreas bajo la curva por los métodos descritos por Johnson y Wilcoxon (1979). Las áreas totales bajo la curva fueron sometidas al análisis de varianza por el sistema SAS y cuando el valor calculado de F fue significativo, las medias se separaron por la prueba de rangos múltiples de Duncan. Cuando fue necesario estimar las poblaciones de huevos y ninfas de

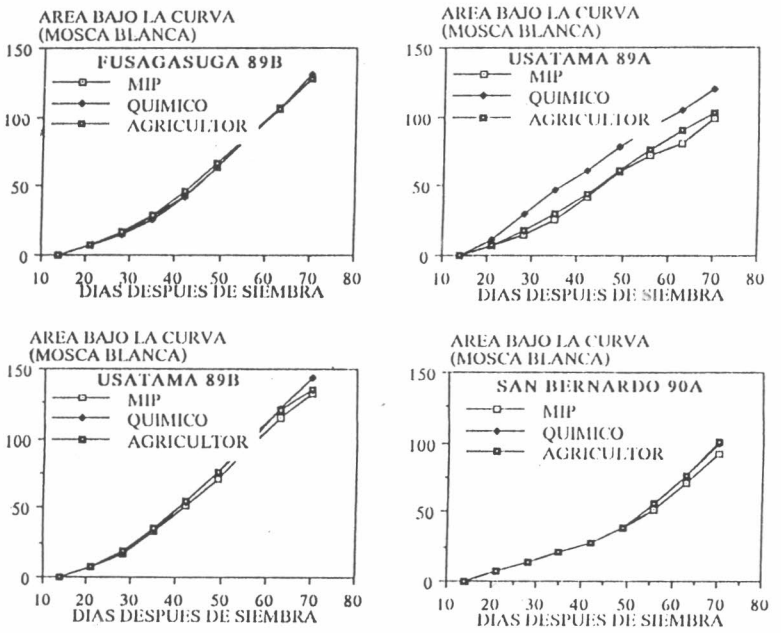


Figura 1. Niveles de ataque de la mosca blanca de los invernaderos obtenidos con tres sistemas de manejo de plagas de habichuela. Provincia de Sumapaz (Cund.). 1989 - 1990

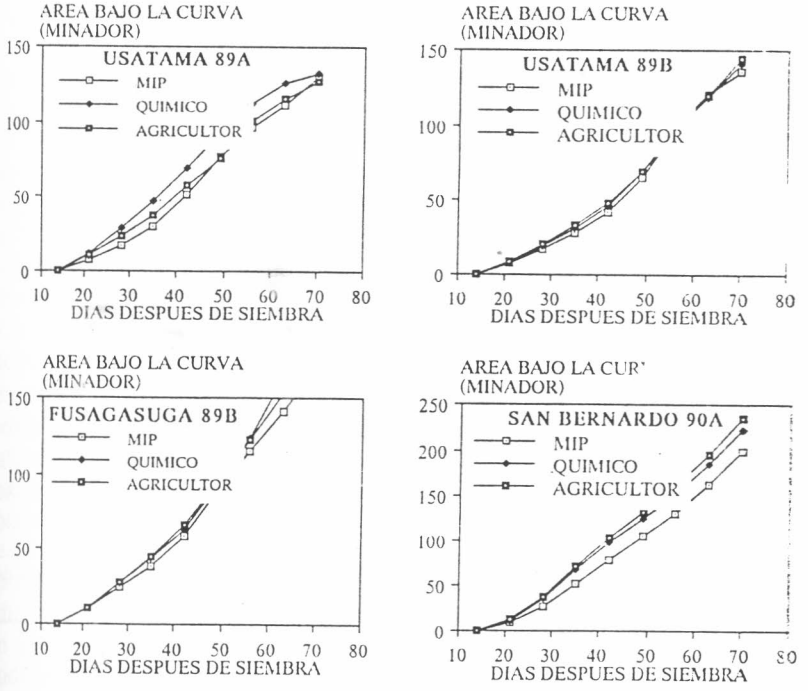


Figura 2. Niveles de ataque por el minador del follaje oobtenidos con tres sistemas de manejo de plagas de habichuela. Provincia de Sumapaz (Cund.). 1989-1990

mosca blanca, se usó una escala visual de 1 a 3 en la cual: 1=0-100 huevos o ninfas por trifolio; 2=100-500 huevos o ninfas por trifolio; 3= 500 ó más huevos o ninfas por trifolio. Estos datos también fueron usados para construír áreas bajo la curva. Cada 10 días se contó el número de adultos de mosca blanca capturados en la trampa amarilla del tratamiento MIP. Los recuentos se hicieron en áreas de 100 cm², tres por cada cara de la trampa. Los datos se sometieron a análisis de varianza con 5-10 replicaciones (trampas) por finca.

En todos los ensayos se tomó el rendimiento en los surcos centrales de cada parcela y se estimó la calidad de la habichuela producida por medio de una escala visual de calidad de 1 a 5 (1=muy mala; 5=excelente). Los datos de rendimiento y calidad fueron también sometidos al análisis de varianza. Se registraron también los precios de la habichuela según su calidad y se llevaron registros rigurosos de los costos incurridos en cada tratamiento, incluyendo los de mano de obra y el valor de los insumos utilizados. Con los datos así obtenidos se prepararon presupuestos parciales (CYMMYT 1988) con el fin de calcular los siguientes parámetros por tratamiento: costo variable, costo total, beneficio total, beneficio neto y relación beneficio/costo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los experimentos replicados, en los cuales se comparó el sistema de MIP con los tratamientos denominados "Químico" y "Agricultor", no se hallaron diferencias significativas en los niveles de ataque de mosca blanca (Fig. 1). Tampoco se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en términos de niveles de ataque del minador del follaje (Fig. 2).

Lo anterior significa que en el sistema MIP, con carbofuran granular a la siembra y con tres aplicaciones foliares de monocrotofos granular al nivel de ataque 3 por mosca blanca, se logró el mismo grado de control que en el tratamiento "Agricultor" con nueve aplicaciones foliares de diversos insecticidas fosforados,

carbamatos y piretroides utilizados en la zona. La aplicación racional de insecticidas foliares al nivel de ataque 3 en el tratamiento "Químico" significa que en ausencia de un insecticida granular al momento de la siembra, los agricultores podrían lograr un buen control de insectos con apenas cinco aplicaciones foliares, en vez de las 11 que acostumbran hacer en la Provincia el Sumapaz.

En el área de influencia de Fusagasugá (Cund.), donde la mosca blanca de los invernaderos es la plaga clave, el sistema MIP permitió reducir el número de aplicaciones en un 54% y los costos en 18% con respecto al sistema del agricultor. Los rendimientos fueron estadísticamente iguales, no se afectó la calidad de la habichuela y hubo una definitiva ventaja económica en términos de relación beneficio/costo para el sistema MIP (Tabla 1). Es decir que con este sistema se puede producir la misma o mayor cantidad de habichuela de excelente calidad con una reducción sustancial en el uso de insecticidas.

En el área de San Bernardo (Cund.), donde el minador del follaje es más prevalente y la mosca blanca es mucho menos importante, los beneficios del sistema MIP no fueron tan evidentes. Apenas se logró una reducción del 17% en el número de aplicaciones. Esto puede deberse a la dificultad para controlar el minador con los insecticidas tradicionales disponibles en la zona o a que no hay respuesta del cultivo al control de este insecto. En efecto, en estos y otros experimentos realizados en San Bernardo se ha encontrado que las poblaciones del minador son mayores en las parcelas tratadas con los insecticidas que usan los agricultores que en las de los testigos sin aplicar. Por otra parte, resultados posteriores (sin publicar) sugieren que aún con un buen control del minador, logrado con abamectina o ciromazina, no hay respuesta en los rendimientos. Los estudios sobre la resistencia del insecto a insecticidas y sobre la verdadera importancia económica de esta plaga continúan.

La validación del sistema MIP por medio de "investigación participativa" con los agricultores se hizo en zonas donde la plaga clave es la mosca blanca. En los experimentos, el control de mosca blanca y del minador del follaje fue significativamente mejor con el sistema MIP que con el sistema del agricultor (Fig. 3), posiblemente porque se logró refinar el sistema y porque al utilizar parcelas más grandes hubo una mejor expresión del control logrado con los diferentes componentes de la estrategia MIP.

El número promedio de aplicaciones de insecticidas con el sistema MIP fue de 4,2 (incluyendo el granular a la siembra), una reducción del 61,8%, con respecto al promedio tradicional de 11 aspersiones (Tabla 3). Con base en resultados anteriores (Cardona et al. 1991) que indicaron que el control de enfermedades podía hacerse cada 10 días en vez de cada siete como se acostumbra, se logró también reducir el uso de fungicidas. Los agricultores participantes hicieron un promedio de siete aplicaciones de insecticidas y siete de fungicidas, o sea 36% menos que los agricultores tradicionales. Si se tiene en cuenta que en "investigación participativa" los agricultores toman sus propias decisiones, esta disminución en el uso de insumos sugiere un grado interesante de adopción inicial de la tecnología propuesta. Tal como se muestra en la Tabla 3, los rendimientos y la calidad no difirieron estadísticamente y hubo

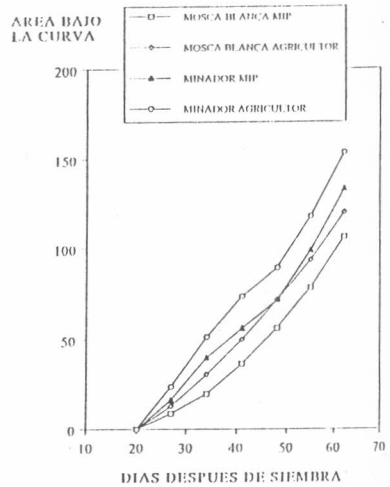


Figura 3. Niveles de ataque por la mosca blanca de los invernaderos y el minador del follaje, en habichuela, obtenidos con dos sistemas de manejo de plagas (MIP vs. Agricultor) en la Provincia de Sumapaz. 1989- 1990.

Tabla 1. Rendimiento y calidad de habichuela obtenidos con tres sistemas de manejo de plagas. Promedios de tres ensayos en la zona de Fusagasugá, en la cual la mosca blanca es la plaga clave.

Sistema de manejo	No. de aplicaciones	Porcentaje de reducción [2]		Rendimiento	Calidad[2]	Relación beneficio/ costo
		en No. de aplicaciones[1]	en costos	(t/ha)		
Integrado	1G + 3.3 F	53,8	18,3	16,5a	4,0a	1,39
Químico	5F	46,2	26,3	15,3a	4,0a	1,32
Agricultor	9,3F			13,9a	4,0a	1,18

1 G= granular al suelo a la siembra; F=foliar
2 Con respecto al manejo tradicional del agricultor
3 En una escala de 1 a 5 (1= muy mala; 5= excelente)
4 Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Duncan)

Tabla 2. Rendimiento y calidad de habichuela obtenidos con tres sistemas de manejo de plagas en la zona de San Bernardo, en la cual el minador es la plaga clave.

Sistema de Manejo	No. de aplicaciones[1]	Porcentaje de reducción[2] en No. de aplicaciones	Rendimiento (t/ha)	Calidad[3]	Relación beneficio/ costo
Integrado	1G + 9F	16,7	19.2a[4]	3,8a	3,0
Químico	10F	16,7	18,8a	3,8a	3,0
Agricultor	12F		20,7a	3,8a	3.2

1 G= granular al suelo a la siembra; F= Foliar
2 Con respecto al manejo tradicional del agricultor
3 En una escala de 1 a 5 (1= muy mala; 5= excelente)
4 Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Duncan)

Tabla 3. Rendimiento y calidad de habichuela obtenidos con dos sistemas de manejo de plagas y enfermedades evaluados por el método de investigación participativa con agricultores de la zona de Fusagasugá. Promedios de cuatro ensayos.

Sistema de manejo	Aplicaciones de insecticidas		Aplicaciones de fungicidas		Rendimiento (t/ha)	Calidad[2]	Relación beneficio/ costo
	No.	% Reducción	No.	% Reducción			
Integrado	4,2	61,8	7	36,4	10,4a[3]	4,0a	1,39
Agricultor Participante	7,0	36,4	7	36,4	8,9a	3,7a	1.28

1Con respecto al promedio de la zona (11 aplicaciones)
2En una escala de 1 a 5 (1=muy mala; 5=excelente)
3Los valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Duncan).

una ligera ventaja económica del sistema MIP, lo cual comprobó la factibilidad técnica del sistema.

La investigación participativa con agricultores, en la Provincia de Sumapaz, continúa. Existe ya un grado de adopción inicial pero es obvio que falta un trabajo intenso de divulgación y extensión de resultados. Los sondeos preliminares de adopción sugieren que los agricultores están dispuestos a utilizar la mayoría de los componentes de manejo propuestos, pero no todos. Por ejemplo, expresan serias dudas sobre la utilización de las trampas a pesar de que los recuentos indican que la captura es de 46.000 a 92.000 adultos de mosca blanca por trampa en un período de 10 días, o sea que podrían servir como un importante factor de mortalidad, sin embargo, los agricultores aducen razones económicas y de mano de obra para su mantenimiento, argumentos que tendrán que ser tenidos en cuenta en el necesario proceso de ajuste de la tecnología que ha de seguir a la investigación aquí reportada.

BIBLIOGRAFIA

ASHBY, J. A. 1990. Evaluating technology with farmers. A Handbook. CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia, 95 p.

CARDONA, C. 1989. Insects and other invertebrate bean pests in Latin America. **En:** Schwartz H.F.; Pastor-Corrales, M.A. (Eds). Bean Production Problems in the Tropics. 2nd. ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia. p. 505-510.

---------; PRADA, P. RODRÍGUEZ, A.; ASHBY, J.; QUIRÓS, C. 1991. Bases para establecer un programa de Manejo Integrado de Plagas de habichuela en la Provincia de Sumapaz (Colombia). ICA-CRECED Sumapaz-Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 78 p. (Documento de Trabajo No. 86).

--------; RODRIGUEZ, A.;PRADA P.C. 1993. Umbral de acción para el control de la moscas blanca de los invernaderos, **Trialeurodes vaporariorum** (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en habichuela. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 19 no. 1, p. 27-33.

CYMMYT. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Workbook. Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, CIMMYT, México, D.F. 79 p.

CISNEROS, F. H. 1986. Control integrado de plagas con referencia especial al cultivo de la papa. **En**: Valencia, L.(Ed.). Control Integrado de Plagas de Papa. Centro Internacional de la Papa, CIP, Lima, Perú-Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Bogotá, Colombia. p.55-64.

JOHNSON, D.A.; WILCOXSON, R.D., 1979. Inheritance of barley infected with **Puccinia hordei** and selection of latent period and number of uredia. Phytopathology (Estados Unidos) v. 69, p. 1-151.

WALKER, P.T. 1987. Measurement of insect pest populations and injury. **En:** Teng, P.S. (Ed.). Crop Loss Assessment Methods and Pest Management. A.P.S., Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U.S.A. p. 19-29.

https://doi.org/10.25100/socolen.v19i2.10056

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
Vol. 19 No. 2, p. 64- 71. 1993

Vol. 19 No. 2. 1993

CONSERVACION EN FRIO DE HUEVOS DE *Sitotroga cerealella* (Olivier) EN REFRIGERACION Y EMPACADOS AL VACIO A DIFERENTES PRESIONES

*Janeth Patricia Ramos**
*Jades Jiménez V.***

RESUMEN

Un nuevo método de almacenamiento de huevos de **Sitotroga cerealella** (Oliver), en refrigeración y empacados al vacío a diferentes presiones, fue realizado en los Laboratorios de Sanidad Vegetal del ICA y de Productos Biológicos Perkins Ltda., en Palmira (Valle). Se utilizaron tres presiones de vacío (0, 5 y 10 PSI) y cinco períodos de almacenamiento (20, 30, 40, 50 y 60 días). Las condiciones ambientales promedias durante el período de estudio para la localidad de Palmira fueron: Temperatura: 23,61°C, Humedad Relativa: 76,75%. Las condiciones promedias de almacenamiento en la nevera fueron: Temperatura: 7,15°C. Humedad Relativa: 78, 57%. En el ensayo se utilizó un diseño estadístico de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron los períodos de almacenamiento y las presiones de vacío al empacar. Los mejores resultados se obtuvieron al utilizar una presión de vacío de 10 PSI y un período de almacenamiento hasta de 35 días, cuando el número de huevos parasitados por pulgada cuadrada fue igual a 2.400, mínimo exigido por el ICA en la Resolución 20 de enero 5 de 1990. Siguió en efectividad el tratamiento con una presión de vacío de 5 PSI, con el cual se logró un almacenamiento hasta los 28 días. Finalmente, con el tratamiento sin vacío (0 PSI) se logró almacenar los huevos hasta los 25 días para el mínimo de huevos parasitados de 2.400, pero no para la relación macho: hembra, la cual se vio afectada a partir de los 15 días. Se recomienda entonces almacenar al vacío los huevos de **S. cerealella** para lograr un incremento en el período de uso.

1 Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Apartado Aéreo 237. Palmira (Valle), Colombia.

2 Ing. Agr. Productos Biológicos Perkins Ltda. Apartado Aéreo 1015. Palmira (Valle), Colombia.

SUMMARY

A work on the shill conservation of **Sitotroga cerealella** (Oliver) eggs using vacuum packing and refrigeration under different pressures, was done at the Plant Protection laboratory at ICA's Experiments Station and at the Perkins Biological Products Laboratory, both located at Palmira (Valle, Colombia). Five storage periods (20, 30, 40, 50 and 60 days) and three vacuum pressures (0, 5 y 10 PSI) were used as treatments, in a complete randomized blocks design with three repetitions. Mean environmental conditions during the study period at Palmira were: Temperature: 23. 61°C; Relative Humidity: 76.75%. The storing conditions in the refrigerator were: Temperature: 7.15°C; Relative Humidity: 78.57%. Best results were obtained by using a vacuum pressure of 10 PSI and up to 35 days of storage period, when the number of parasitized eggs per square inch was equal to 2400, the minimum number required by ICA, according to the Resolution number 20 of January 5th 1990. The next effective treatment was the vacuum preasure of 5 PSI with 28 days of storage period. With the non-vacuum treatment (0 PSI), a storage period up to 25 days was efficient to fit the required minimum of 2400 parasitized eggs. It is suggested to vacuum store the eggs of **S. cerealella** to attain an increase in the usable period.

INTRODUCCION

En los últimos años, el desarrollo del control biológico de plagas ha tenido un gran auge en Colombia, tanto por la investigación básica realizada a nivel de laboratorio como por los trabajos de campo. La cría masiva y la comercialización del microhimenóptero **Trichogramma** spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ha sido responsable en gran parte de este desarrollo, hasta el punto de que Colombia es considerada como un país líder, en la región Neotropical, en el uso de este parasitoide con fines de control biológico.

Para obtener una buena producción de **Trichogramma** spp. es fundamental poseer una buena producción de huevos del huésped alterno **Sitotroga cerealella** (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae), un producto biológico considerado en la categoría de los altamente perecederos, cuando se trata de almacenar y comercializar. El tradicional almacenamiento de los huevos bajo refrigeración a 8°C ha permitido conservarlos hasta por 15 días, período a partir del cual las pérdidas se hacen irreversibles. Al considerar este limitante, se planteó el presente trabajo con miras a utilizar el vacío en recipientes de vidrio para almacenar los huevos bajo refrigeración, con el fin buscar un mayor período de conservación y así poder regular un poco más la oferta del insumo biológico **Trichogramma** spp. Los objetivos del trabajo fueron:

1. Utilizar el vacío como método de conservación de huevos de **S. cerealella** bajo refrigeración.

2. Analizar los parámetros de calidad exigidos por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA en las pulgadas de **Trichogramma** spp. obtenidas de los huevos de **S. cerealella** sometidos a este tratamiento.

3. Analizar la segunda generación resultante de las pulgadas de tricogramas obtenidas, para ratificar la bondad del método.

REVISION DE LITERATURA

En cuanto al ciclo de vida de **S. cerealella**, Morghesin et al., citado por Vargas Amaya (1980), presentan el siguiente: huevo 5 días; larva de 21 a 28 días; la pupa, dependiendo de las condiciones ambientales, cumple su ciclo en un tiempo aproximado de 5 semanas mínimo. Murgueitio (1985) reporta el siguiente ciclo biológico: de huevo a larva 5 días, de larva a pupa 20 días y de pupa a adulto 5 días.

En relación con las ventajas que ofrece la polilla de los granos, **S. cerealella**, como huésped del parasitoide **Trichogramma** spp., Morrison y Hoffman (s.f.) y Flanders (1930) afirman que la polilla de los granos es un excelente huésped para **Trichogramma** spp., debido a que reúne las siguientes características:

a. Se pueden obtener varias generaciones de la polilla bajo condiciones de laboratorio.

b. En el laboratorio, el ciclo de vida de la polilla es en total de 28 días, con una producción promedia de 50 huevos por hembra durante su ciclo y mantiene una cuota de producción alta.

c. Los huevos son fácilmente recolectables.

d. La polilla cuenta con pocos enemigos naturales.

e. El apareamiento de las polillas ocurren en menos de 24 horas después de la emergencia y alcanzan la máxima oviposición 60 horas después de la emergencia.

Sobre el almacenamiento de los huevos bajo refrigeración, Castro y Ordoñez (1989) encontraron que las pulgadas de huevos de **S. cerealella** sin parasitar se podían almacenar hasta por 11 días, por que hasta este período de almacenamiento las variables a cuantificar se encontraban dentro de los rangos permitidos, según los requisitos exigidos por el ICA en la Resolución No. 20 de enero 5 de 1990. Además encontraron que estas pulgadas sometidas a posterior parasitación no afectaron la emergencia de los tricogramas obtenidos, y que todas las pulgadas sometidas a posterior almacenamiento en frío, cumplieron con el mínimo exigido de huevos parasitados por pulgada cuadrada (2.400), sobrepasando el porcentaje de parasitismo que es mínimo de 80%. La actividad parasítica del **Trichogramma** spp., emergido de huevos con más de 15 días de almacenamiento, decreció notablemente.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal del ICA en el Centro de Investigaciones "Palmira" y en el de Productos Biológicos Perkins Ltda., ubicados en Palmira (Valle) a 1.101 msnm, durante el segundo semestre 1989 y el primero de 1990. Las condiciones ambientales de semestre a semestre variaron así: Temperatura de 23,5 a 23.75C; humedad relativa de 75,5 a 78% y la precipitación de 386,6 a 438,5 mm.

El ICA, en la Resolución No. 20 de enero 5 de 1990 sobre la producción y venta del parásitoide **Trichogramma** spp., en el Capítulo V de Normas Generales y en el Artículo 11°, reglamenta las variables a tener en cuenta, y las cuales se cuantificaron para la presente investigación. Estas son:

a. Número de huevos del huésped por pulgada cuadrada.

b. Número de huevos parasitados por pulgada cuadrada.

c. Porcentaje de emergencia del adulto por pulgada cuadrada.

d. Porcentaje de individuos atípicos.

e. Relación Macho: Hembra.

Para la obtención de las variables a cuantificar se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. El material básico fue los huevos de **S. cerealella,** donados por Productos Biológicos Perkins Ltda.

Para el almacenamiento de los huevos de **S. cerealella** se utilizaron 72 frascos de vidrio, con capacidad de 180 ml cada uno, previamente desinfectados con agua, jabón, hipoclorito de sodio al 5% y puestos a hervir durante 15 minutos. En cada uno de ellos se colocaron los huevos de **S. cerealella**, a razón de 25 por frasco. Se seleccionaron huevos frescos, previamente despojados de las impurezas y el polvo mediante un extractor de aire y el cernido por diferentes tamices. Los frascos con el material biológico se sellaron con tapones de caucho asegurados con pegante "Boxer" para evitar la entrada del aire o la humedad. Como tratamiento básico para los huevos se tuvo en cuenta la presión de vacío al empacar y el período de almacenamiento en nevera bajo refrigeración. Las presiones de vacío al empacar fueron 10, 5 y 0 PSI (libras/pulg^2). Los períodos de almacenamiento fueron de 20, 30, 40, 50 y 60 días. El material se distribuyó como lo muestra la Figura 1, utilizando nueve frascos por cada período de almacenamiento. Para la identificación, a cada frasco se le colocó una etiqueta con los siguientes datos: Presión de almacenamiento, fecha de almacenamiento, período de almacenamiento y fecha de retiro.

Para obtener las presiones de vacío al empacar se contó con una bomba de vacío, como la muestra la Figura

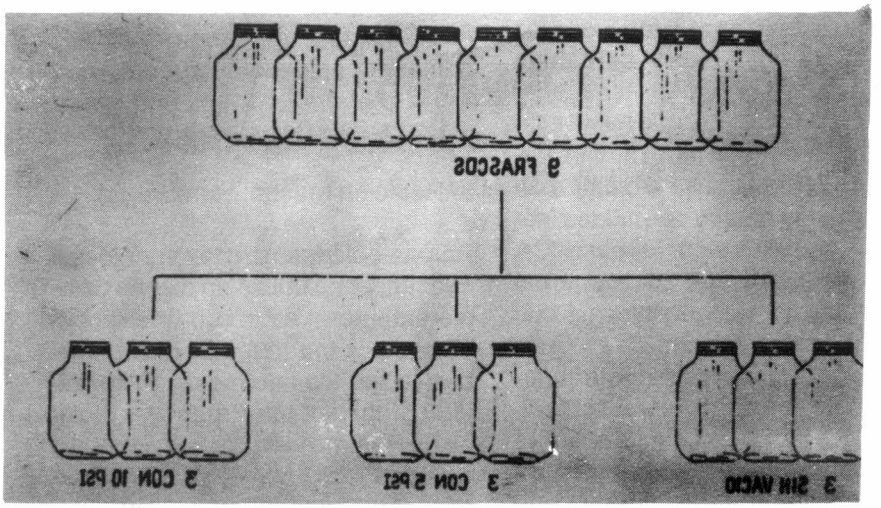


Figura 1. Distribución de los frascos por cada período de almacenamiento.

2, diseñada por Perkins Ltda. y provista de un vacuómetro para medir las presiones negativas y extraordinariamente pequeñas.

Para la obtención del vacío se procedió así: (1). Se introdujo la aguja a través del tapón de caucho; esta unidad, frasco y tapón de caucho, se llevó a la cabeza de inyector. (2). Se abrieron las llaves de paso y a la bomba se le suministró energía, la cual se utiliza en la succión del aire contenido en el frasco. Al succionar el aire se crea una presión de vacío, que es medida por el vacuómetro. (3). Cuando el vacuómetro marca la presión de vacío deseada se cierran las llaves de paso, se interrumpe el suministro de energía y se retira el frasco de la bomba de vacío sin la aguja: el orificio que la aguja deja en el tapón se expande y no permite la entrada de aire, pero, para efecto de seguridad, se vierte sobre el tapón pegante "Boxer". La Figura 3 muestra cómo se obtiene el vacío.

Para el almacenamiento de los huevos de **S. cerealella**, después de obtener la presión de vacío deseada, los nueve frascos por cada período de almacenamiento se colocaron en la parte media de la nevera, donde se logró una temperatura promedia de 7,15°C y una humedad relativa de 78,57%.

Al cumplir el período de almacenamiento, el material biológico se retiró de la nevera, pero antes de extraerlo de los frascos se verificó si estos aún conservaban la presión de vacío inicial.

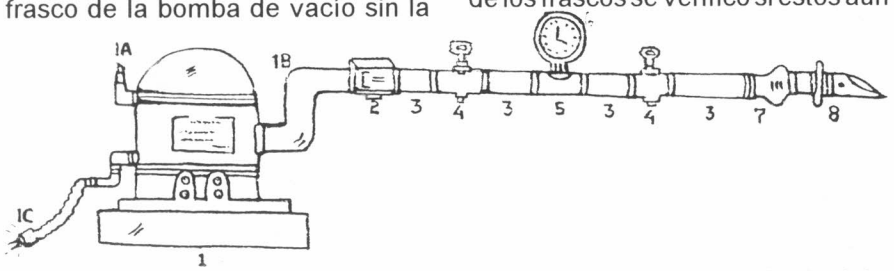


Figura 2. Partes de la bomba de vacío utilizada para el trabajo y diseñada por Perkins Ltda.

Partes de la Bomba de vacío
1. Unidad sellada con una potencia de 1 HP
1A. Canal de salida del aire
1B. Canal de entrada del aire
1C. Entrada de energía
2. Unión
3. Tubo de cobre de 1/16""
4. Llave de paso
5. Unión T
6. Vacuómetro
7. Cabeza de inyector
8. Aguja

Para cuantificar las variables se precedió de la siguiente manera:

Parasitación

Con el fin de probar el estado y la calidad como huésped de los huevos tratados, el material biológico se sometió a parasitación en una relación de 1:4 (una pulgada "madre" por cuatro pulgadas "hijas"), igual al manejo que se le dá al material comercial. Veinticuatro horas antes de la emergencia del parasitoide, la cual ocurre 8 días después de la parasitación, se llevó el material a porrones de parasitación. Se sacaron dos muestras de cincuenta pulgadas cuadradas del material por cada tratamiento. Con una de las muestras se volvió a parasitar, para obtener así la segunda generación y probar el vigor del material y su capacidad parasítica; la segunda muestra se dejó hasta la emergencia y muerte de las avispitas para cuantificar las variables.

Para obtener el porcentaje de parasitación se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

1. El número total de huevos parasitados eclosionados por pulgadas cuadradas, y

2. El número de huevos parasitados sin eclosionar por pulgada cuadrada.

La suma de estos dos datos dan como resultado el número total de huevos parasitados por pulgada cuadrada. Se tuvo en cuenta que huevos parasitados eclosionados son aquéllos que se caracterizan por una coloración grisácea y un orificio de salida del adulto; y que los huevos parasitados sin eclosionar son los que se caracterizan por una coloración negra y la no presencia del orificio de salida.

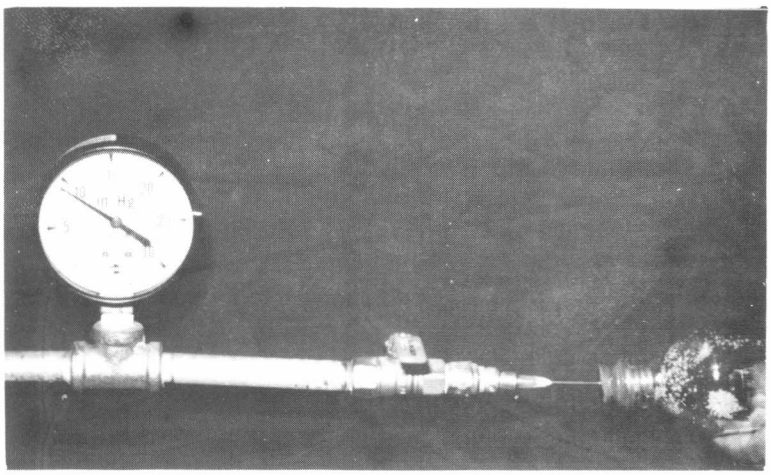


Figura 3. Obtención de la presión de vacío

Número de huevos del huésped por pulgada cuadrada

Para determinar esta variable, la cuantificación se hace a través de una cartulina demarcada en una pulgada cuadrada dividida en 25 partes, tres de las cuales se perforan (Fig. 4). El conteo de los huevos presentes se hace, con la ayuda del estereoscopio, en dos de las perforaciones al azar por cada pulgada cuadrada, y se realizan diez lecturas por cada tratamiento. Cada conteo se multiplica por 25 para obtener el dato por pulgada cuadrada.

Porcentaje de Emergencia

Para calcular el porcentaje de emergencia por pulgada cuadrada se tuvo en cuenta el número de huevos parasitados totales y el número de huevos parasitados emergidos. Ecuación (1).

Individuos Atípicos

Para determinar el porcentaje de individuos atípicos se consideró como tales a aquellos que se desvían de las características del fenotipo, así: adultos con alas atrofiadas o sin ellas, o con órganos externos deformados; adultos menores de 0,2 mm de longitud y adultos intersexuales o sea aquellos que presentan características externas comunes a ambos sexos.

Se observaron 100 individuos tomados al azar de los emergidos de 50 pulgadas cuadradas de **Trichogramma** spp. por tratamiento, diferenciando los normales de los atípicos, y se usa la Ecuación (2).

Relación Macho: Hembra

Para determinar la relación Macho: Hembra se hizo el conteo sobre 100 individuos por tratamiento tomados al azar de los individuos emergidos de 50 pulgadas cuadradas y se separaron los sexos, teniendo en cuenta que la hembra presenta antenas sin pelos o con pelos cortos en los flagelos y el macho tiene antenas con pelos largos en los flagelos (Fig. 9).

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\text{No. total de huevos parasitados emergidos/pul}^2 \times 100}{\text{No. total de huevos parasitados/pulg}^2} \quad (1)$$

$$\% \text{ de individuos atípicos} = \frac{\text{`No. de individuos atípicos} \times 100}{\text{No. de individuos totales observados}} \quad (2)$$

Para todas las variables evaluadas se hicieron tres repeticiones por tratamiento, con 10 lecturas en cada repetición. Los datos obtenidos en las diferentes variables se sometieron a un análisis estadístico utilizando la ecuación de regresión

$$Yi = A+Bt$$

con el fin de encontrar la recta de mejor ajuste y facilitar la interpretación gráfica.

La evaluación para el control de calidad se basó en las exigencias estipuladas en la Resolución No.20 de enero 5 de 1990 del ICA, que reglamenta la producción y venta del parasitoide **Trichogramma** spp. de la cual se transcriben apartes del Capítulo V, normas generales para la comercialización del insumo:

- Cada pulgada cuadrada debe contener un mínimo de 2.400 huevos del huésped parasitados y una emergencia del **Trichogramma** spp. superior al 80%.

- La relación de sexos en adultos de **Trichogramma** spp. debe ser como mínimo de una hembra o más por cada macho (1:1).

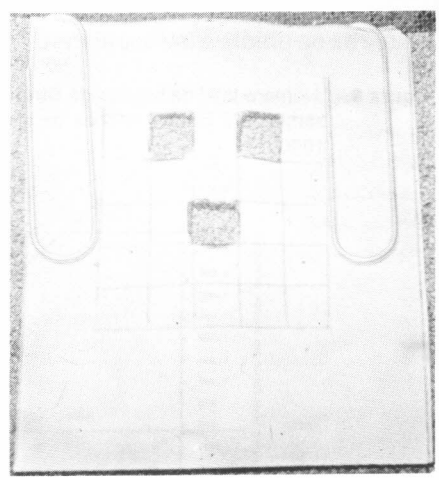


Figura 4. Cartulina demarcada con una pulgada cuadrada y perforada para cuantificar el número de huevos del huésped con la ayuda del estereoscopio.

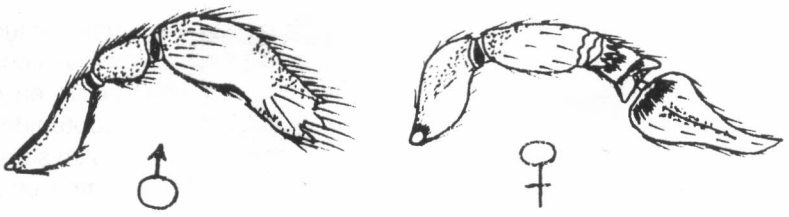


Figura 5. Diferenciación morfológica de los sexos por las antenas de los adultos de **Trichogramma** spp.

- El porcentaje de individuos atípicos de los adultos de **Trichogramma** spp., emergidos en una pulgada cuadrada del huésped, debe ser menor al 2%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para efectos de discusión se considera como tratamiento o manejo "Tradicional" un período de almacenamiento de 15 días, que es el período reportado por Castro y Ordóñez (1989), y a partir del cual la calidad del material obtenido empieza a afectarse.

Número total de huevos del huésped *S. cerealella* por pulgada cuadrada.

El ICA en su reglamentación no contempla esta variable, pero ella esta regulada por la acción mecánica de colocar los huevos sobre la cartulina, el engomado y la textura del huevo. El número total de huevos del huésped por pulgada cuadrada en este trabajo, varió de 2.745 a 3.277. La respuesta, tal como se muestra en la gráfica de la Figura 6, es completamente independiente de los tratamientos a los que se sometieron los huevos.

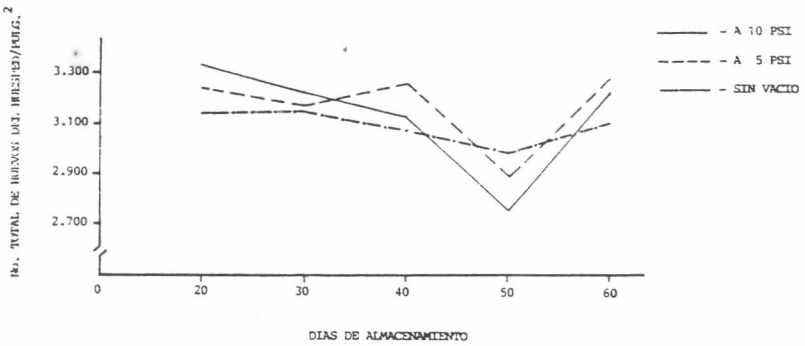


Figura 6. Número total de huevos de **Sitotroga cerealella** por pulg^2. proveniente del material sometido a cinco períodos de almacenamiento y tres presiones de vacío. Palmira, 1990.

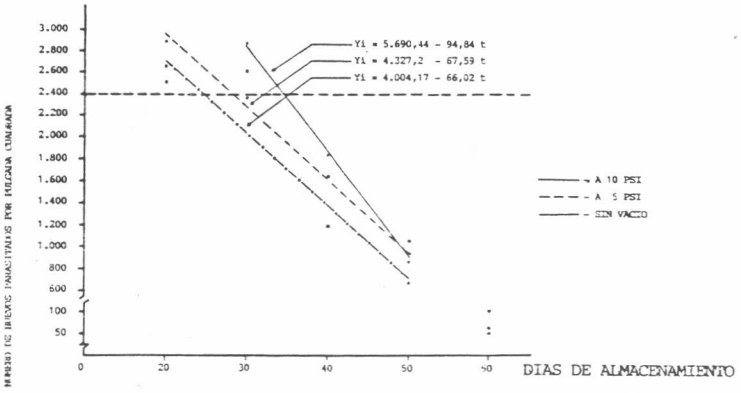


Figura 7. Número de huevos totales del huésped **Sitotogra cerealella** parasitadas por **Trhichogramma** spp. y a diferentes presiones de vacío al empacar 10 PSI, 5 PSI y sin vacío. Palmira, 1990.

Número de huevos del huésped *S. cerealella* parasitados por *Trichogramma* ssp.

Una vez obtenidos los datos de la variable parasitación se aplicó la ecuación de regresión del modelo:

$$Yi = A+Bt$$

donde:

Yi = Número mínimo de huevos del huésped **S. cerealella** parasitados por **Trichogramma** spp. por pulgada cuadrada (2.400).

A = Coeficiente equivalente al número inicial de huevos por pulgada cuadrada, sometidos a tratamiento y aptos para parasitar;

B = Coeficiente de regresión que indica el número de huevos que se pierden por efecto de tratamiento; y

t = Tiempo máximo de almacenamiento del material tratado donde se obtiene el número óptimo de huevos parasitados.

En la Figura 7 se observa que la recta para el tratamiento de huevos almacenados a temperatura de refrigeración y sin presión de vacío al empacar se ajusta a la ecuación:

$$Yi = 4000,17 - 62,02\ t$$

la cual indica que por cada día de almacenamiento, de un total de 4000,17 huevos de **S. cerealella** por pulgada cuadrada, tratados y aptos para ser parasitados, se pierden 62,02 por efecto del tratamiento. Esta ecuación dá 24,29 días como tiempo máximo de almacenamiento permitido para este tratamiento. Este resultado comparado con el tratamiento "tradicional" (15 días) tuvo un incremento de 9,29 días, atribuible básicamente al cambio de empaque, lo cual significa un incremento del 37%.

Una respuesta muy similar a la anterior, pero con un ligero incremento en el tiempo máximo de almacenamiento se obtuvo con el tratamiento en el cual los huevos se sometieron a una presión de vacío al empacar de 5 PSI y se almacenaron a temperatura de refrigeración (Fig. 7). La ecuación de ajuste de la recta

Yi = 4.327,2 - 67,59t

indica que por cada día de almacenamiento en 4.327,2 huevos de **S. cerealella** aptos para parasitar se pierden 67,59 por acción del tratamiento, lo cual da como resultado un tiempo máximo de almacenamiento de 28,51 días. El incremento de los días de almacenamiento con este tratamiento en relación con el tratamiento sin vacío fue del 17,37% y con relación al tratamiento "tradicional" fue de 45,42%, lo cual se considera como una respuesta satisfactoria.

La ecuación de regresión

Yi = 5.344,94-86,09t

para el tratamiento con 10 PSI de presión de vacío al empacar los huevos, indica que por cada día de almacenamiento en 5.344,94 huevos de **S. cerealella** aptos para parasitar se pierden 86,09 por efecto del tratamiento, y se alcanza un período máximo de almacenamiento de 35 días. Lo obtenido en este tratamiento se traduce en una ganancia de 10 días sobre período máximo obtenido en el tratamiento sin vacío, o sea el 40%, y 20 días de ganancia sobre el tratamiento "Tradicional", lo que equivalen al 57,14%.

Porcentaje de Emergencia de Adultos *Trichogramma* spp.

Para el análisis estadístico de los resultados sobre el porcentaje de emergencia adultos de **Trichogramma** spp., en los diferentes tratamientos de tiempo de almacenamiento y presión de vacío al empacar, se utilizó la misma ecuación de regresión

$$Yi = A+Bt$$

pero en este caso:

Yi = Porcentaje de emergencia por pulgada cuadrada.

A = Porcentaje inicial de huevos de **S. cerealella** por pulgada cuadrada aptos para emerger.

B = Coeficiente de regresión que indica el porcentaje de huevos que deja de emerger por efecto del tratamiento.

t = Tiempo máximo de almacenamiento de los huevos tratados para obtener el porcentaje de emergencia óptimo (80%).

Las rectas ajustadas de las tres presiones de vacío al empacar se presentan en la Figura 8.

Para el tratamiento sin presión de vacío al empacar, la ecuación de regresión

Yi = 117,34-0,68t

indica que por cada día de almacenamiento en 117,34% de los huevos del huésped aptos para emerger se pierden el 0,68%. El porcentaje de emergencia para este tratamiento no varió significativamente y sólo el material almacenado por 60 días se sale del rango óptimo exigido por el ICA, es decir 80%. Para este tratamiento el rango estuvo entre 72,2% de emergencia para un material almacenado 60 días y 99,3% de emergencia para un material almacenado 20 días.

Con el tratamiento de 5 PSI de presión de vacío al empacar se obtuvo un porcentaje de emergencia entre 99,84% con 20 días de almacenamiento y 88,9% con 60 días de almacenamiento, lo cual muestra que el porcentaje de emergencia no se ve afectado en ninguno de los períodos de almacenamiento con esta presión de vacío al empacar.

El porcentaje de emergencia para el tratamiento con 10 PSI de presión de vacío al empacar varió entre 99,42% para los huevos almacenados durante 20 días y 93,56% para los huevos almacenados durante 60 días. Para este tratamiento el porcentaje de emergencia de adultos del parasitoide nunca estuvo por debajo del óptimo exigido por el ICA, y el descenso que presentó fue menor que el presentado por los materiales sometidos a 5 PSI y sin vacío. Para la variable porcentaje de emergencia se obtuvieron resultados óptimos con todos los tratamientos, sin presentar altibajos de gran significancia entre ellos, ya que la emergencia del parasitoide no se vió afec-

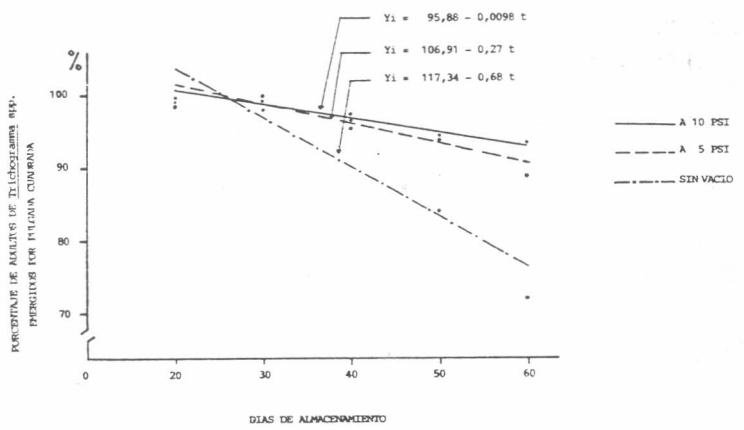


Figura 8. Porcentaje de adultos de **Trhichogramma** spp. emergidos proveniente de los tratamientos tiempo de almacenamiento y diferentes presiones de vacío al empacar (10 PSI, 5 PSI y sin vacío). Palmira, 1990.

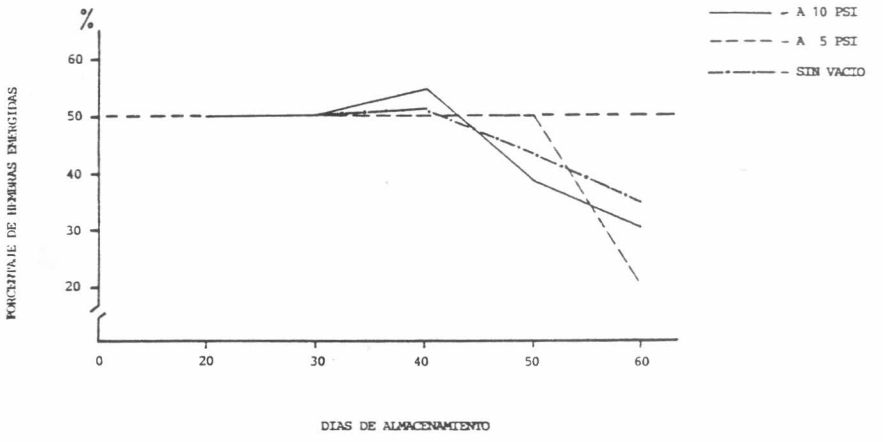


Figura 9. Porcentaje de hembras de **Trichogramma** spp. provenientes de los tratamientos tiempo de almacenamiento y a diferentes presiones de vacío (10 PSI, 5 PSI y sin vacío). Palmira, 1990.

tada por los tratamientos dados al material hospedante.

Relación Macho: Hembra

La Figura 9 muestra la tendencia de la relación macho: hembra obtenida en los diferentes tratamientos. Para las tres presiones de vacío al empacar el porcentaje de hembras emergidas fue del 50% hasta los 30 días de almacenamiento, observándose un ligero ascenso en el porcentaje (54,03%) de hembras emergidas, con 10 PSI a los 40 días de almacenamiento, lo cual es un resultado positivo. Después de los 40 días en las tres presiones de vacío se observa un ligero descenso hasta colocarse entre el 40 y 25% de hembras emergidas, porcentaje este nada ideal, pero que en realidad no es importante ya que lo que interesa es el comportamiento hasta los 35 días. El ligero descenso que presenta el material hacia los 40 días es atribuible a la gran dificultad de encontrar los adultos emergidos a partir de este período más que al posible efecto directo de los tratamientos de presión. Los materiales sometidos a las tres presiones presentaron una proporción de sexos acorde con las exigencias de la legislación.

Porcentaje de Individuos Atípicos

En cuanto al porcentaje de individuos atípicos (Tabla 1), en el material almacenado sin vacío se pudo observar que a partir de los 40 días de almacenamiento, los individuos atípicos empiezan a superar el 2% máximo permitido, sin embargo, hasta los 30 días hay presencia de atípicos pero sin alcanzar a ser considerable. Igual comportamiento presentan los adultos emergidos de huevos almacenados a 5 PSI de presión de vacío. El resultado encontrado en el material sometido al tratamiento 10 PSI es diferente, ya que sólo después de los 60 días de almacenamiento empieza a superar el 2% máximo permitido. Las características fenotípicas diferentes a las normales que se presentaron con más frecuencia fueron: tamaño de los individuos, ausencia de alas o poco desarrollo de ellas y carencia de antenas.

Tabla 1. Porcentaje de individuos atípicos presentes entre los adultos de **Trichogramma** spp., emergidos en los diferentes tratamientos. Palmira (Valle). 1990.

Días de almacenamiento	Porcentaje de Individuos Atípicos		
	Sin vacío	5 PSI	10 PSI
20	0,97	0,66	0,98
30	1,31	0,65	1,01
40	2,28	1,96	1,63
50	4,46	8,53	5,29
60	15,59	5,71	7,40

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El uso de la presión de vacío al empacar es una buena práctica para conservar huevos de **S. cerealella** bajo refrigeración, ya que permite un mayor tiempo de almacenamiento.

- La emergencia del parasitoide **Trichogramma** spp., proveniente de huevos de **S. cerealella** almacenados y empacados bajo las presiones de vacío de 10 y 5 PSI, estuvo dentro de los parámetros de calidad exigidos por el ICA.

- El tratamiento de 10 PSI de presión de vacío al empacar y 35 días de almacenamiento incrementó en 57,14% los días de almacenamiento de los huevos de Sitotogra, comparado con el almacenamiento "Tradicional" de 15 días.

- Los huevos de Sitotogra almacenados durante 35 días a temperatura promedia de 7,15°C, humedad relativa promedia de 78,57% y empacadas a 10 PSI de presión de vacío, se pueden utilizar con las mismas garantías de calidad del insumo que son las exigencias del ICA, que si se utilizaran huevos frescos.

- Los tratamientos considerados óptimos (24 días de almacenamiento sin vacío, 28 días para almacenamiento a 5 PSI y 35 días a 120 PSI), no afectan la calidad del insumo **Trichogramma** spp. resultante, tales como número de huevos parasitados, porcentaje de emergencia, relación macho: hembra y por-

centaje de individuos atípicos, obtenido en la segunda generación.

- El 2% máximo de individuos atípicos, porcentaje aceptado por el ICA, no fue sobrepasado en ninguno de los tratamientos considerados como óptimos.

- Este método facilita regular la producción de **Trichogramma** spp.en épocas de escasez de huevos de **S. cerealella**.

- Se recomienda realizar ensayos de conservación de huevos de **S. cerealella** al vacío, sometiéndolos inicialmente a almacenamiento en congelador durante 24 horas, con el objeto de eliminar los embriones y posiblemente aumentar el período de almacenamiento.

- Se recomienda realizar ensayos de almacenamiento al vacío en diferentes tipos de empaque, tales como bolsas de suero, empaques de aluminio, lata o vidrio.

- Se recomienda ensayar otros tipos de bombas de vacío y otras presiones al empacar.

BIBLIOGRAFIA

CASTRO, M.; ORDOÑEZ, J. 1989. Influencia del tiempo de almacenamiento en frío y simulación de transporte sobre la calidad del insumo biológico **Trichogramma** spp. en el Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 114 p. (Tesis Ing. Agrónomo).

FLANDERS, S.E. 1930. Mass production of egg parasited of genus **Trichogramma** spp. Hilgardia (Estados Unidos) v. 4 no. 16, p. 465-501.

MORRISON, R.J.; HOFFMAN, J.D.(s.f.) An improved method for rearing the Angoumois grain moth. V.S.D.P., ARS. 104 p.

MURGUEITIO G., C.A. 1985. Características de la producción de huevos de **Sitotroga cerealella** (0.) (Lep: Gelechiidae) bajo condiciones de laboratorio en el Valle del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Palmira. (Tesis Ing. Agrónomo).

VARGAS, M.L.; AMAYA, M. 1980. Estudio sobre la cría masiva de **Sitotogra cerealella** (0.). y la conservación en frío de sus huevos. Facultad de Agronomía, Universidad del Tolima, Ibagué. (Tesis Ing. Agrónomo).

https://doi.org/10.25100/socolen.v19i2.10057

ESTUDIO DEL MODELO NATURAL DE ASENTAMIENTO DE *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) PARA LA ADAPTACION DE REFUGIOS EN EL CULTIVO DE MARACUYA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)

Guadalupe Caicedo R[1]
Héctor Vargas G.[2]
Jaime Gaviria M.[3]

RESUMEN

El modelo natural de asentamiento de **Xylocopa** spp. fue estudiado con el objetivo de lograr la adaptación de refugios dentro del cultivo de maracuyá, para incrementar la población. Las observaciones se realizaron en un cultivo de 25,5 ha. en el Ingenio Riopaila en Zarzal (Valle), en condiciones de bosque seco tropical. Tanto en el cultivo como en lugares aledaños, dentro de un radio de 2 km, se observó la ubicación de los nidos y se determinó el tipo de distribución, las características de los leños de anidamiento y la actividad colonizadora, con base en el marcado de nidos e individuos. Se encontraron 25 complejos de nidos dentro del área del cultivo y 34 en el sector aledaño. La distribución horizontal de los nidos dentro del lote fue al azar y fuera de él, al azar y por contagio; en la distribución vertical hay tendencia al contagio cuando se incrementa el tiempo de asentamiento y hay reducción de sus enemigos naturales. Bajo condiciones naturales hay diversidad de tipos de madera utilizados como sustrato de nidificación; la madera blanda fue más rápidamente colonizada que la dura, pero en ambos casos se logró adaptación funcional para su agrupación en refugios.

SUMMARY

The natural establishment model of **Xylocopa** spp. was analyzed with the purpose of obtaining a population increase by the adaptation of dens within yellow passion fruit fields. The observations were made in a 25.5 ha field at the Ingenio Riopaila, located at the municipality of Zarzal (Valle, Colombia), in the tropical rain forest. Observations were made both in the plantation and in areas located within a radio of 2 km; the distribution, wood characteristics and colonization activity were determined by marking the individuals and the nests. Twenty five groups of nests were found inside the plantation and 34 within the nearby areas. The horizontal distribution of the nests within the plantation was at random. Outside the plantation the nest distribution was both at random and contagious. The contagious distribution tends to increase with the establishment time and when a reduction of natural enemies is observed in the vertical distribution. Under natural conditions, there is a variety of woods used for nest-building; soft wood was more rapidily colonized than hard wood, but in both cases functional adaptation for agrupation in dens was observed.

INTRODUCCION

La fruticultura es un renglón promisorio para Colombia, y la Federación Nacional de Cafeteros, dentro de sus programas de diversi-ficación, tiene proyectado sembrar 28.210 ha en frutales, 2.200 de las cuales serían en maracuyá. En este cultivo, los costos de polinización manual pueden alcanzar valores de 300 jornales/ha/año, con las dificultades técnico-administrativas que implica el manejo del personal, para alcanzar una fructificación apenas aceptable.

Escobar (1985) destaca la autoincompatibilidad y la necesaria polinización cruzada para la variedad **flavicarpa**. El agente biológico para lograr una efectiva polinización cruzada lo constituye las "abejas carpinteras", **Xylocopa** spp. (Hymenoptera: Anthophoridae), cuya anatomía y comportamiento forrajero co-adaptativo corresponden con la melitofilia de esta Passifloraceae. Hurd (1978) hace referencia a la nidificación de **Xylocopa** spp., las cuales elaboran sus galerías en madera y están acompañadas de artrópodos que han evolucionado con ellas y disminuyen sus poblaciones.

Fernández y Nates (1983) señalan como factor importante en la nidificación, el limitante madera para formar nidos. En las condiciones del Valle del Cauca, Rios-Castaño y Salazar (1977) hacen énfasis sobre las aspersiones aéreas como causal de polinizaciones deficientes.

Es de vital importancia trabajar en posibles soluciones a este tópico que se perfila como un limitante económico, desarrollando alternativas que incrementen la eficiencia de los polinizadores, siendo necesario para ello conocer la biología, comportamiento y posibilidades de un incremento poblacional de **Xylocopa** spp., insectos promisorios que favorecen los rendimientos de producción del maracuyá.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el municipio de Zarzal (Valle), ubicado a 916 msnm, con una temperatura promedia de 24°C. De acuerdo con

[1] Biologa, Entomologa, Universidad del Valle. Apartado Aéreo 33504. Cali, Colombia.

[2] Ing. Agrónomo. Departamento de Biología, Universidad del Valle. Apartado Aéreo 25360. Cali, Colombia.

[3] Ing. Agrónomo. Ingenio Riopaila S.A. Apartado Aéreo 91. Cali, Colombia.

el sistema de caracterización climática de Holdrige, Zarzal corresponde a la formación vegetal de bosque seco tropical (bs.T) (Espinal y Montenegro 1963).

Se seleccionaron tres áreas para el desarrollo del trabajo: La Hacienda "El Placer" con 25,5 ha de cultivo de maracuyá, propiedad del Ingenio Riopaila S.A., donde se observó el modelo de asentamiento natural y se replicó dicho modelo bajo condiciones dirigidas. La finca "La Corcova", área de investigación de la Universidad del Valle, marginal al río Cauca, y Hacienda "El Medio" en La Paila, Zarzal, que cuenta con área de bosque relictual del valle geográfico del río Cauca; en éstas dos últimas áreas se observaron las características de nidificación bajo condiciones naturales.

Complejos de Nidos y su Distribución Horizontal

En el área de cultivo se buscaron los nidos de las abejas carpinteras hechos en los estacones o postes de madera utilizados para el soporte del cultivo; además se observó la nidificación en las áreas aledañas dentro de un radio de 2 km. Todos los nidos encontrados se marcaron con una banda de pintura amarilla y una etiqueta numerada para su posterior reconocimiento. Sobre un mapa de la zona se efectuó un diagrama de la distribución horizontal de los complejos de nidos, estableciendo la distancia entre los postes del cultivo y las zonas aledañas.

Como se desconocía si la población del área aledaña era visitante de las flores del cultivo de maracuyá, se procedió a aplicar un polvo fluorescente de color verde (Ultraviolet Products, INC. San Gabriel, Calif. 9177 U.S.A.); con ayuda de un pincel se depositó aproximadamente 1,0 g del polvo en cada uno de los orificios de entrada a las galerías de los complejos de nidos de **Xylocopa** spp. del área de cultivo. El procedimiento descrito se llevó a cabo durante la época de baja floración para así asegurar repetidas visitas a la misma flor y lograr un mejor arrastre de las partículas fluorescentes con el polen. Después de dos días se recogieron las deyecciones de los abejorros depositadas en la entrada a las galerías, sólo para los complejos de nidos de las áreas aledañas. Las muestras se depositaron en bolsas de papel con una etiqueta en la que registraba el número de la galería y el del complejo de nido. Durante la noche, y con la ayuda de una lámpara de luz negra, se efectúo la lectura del polvo fluorescente en el polen colectado-defecado. Este método indirecto de medida del radio de búsqueda de alimento permitió conocer la verdadera distribución horizontal.

Distribución Vertical y Características de los Nidos

En los complejos de nidos y con base en la nominación anterior, se llevó un registro de las siguientes características: tipo de madera utilizada, altura y diámetro del sustrato, diámetro de los orificios de las galerías, número de orificios presentes por sustrato, cantidad de muescas (galerías iniciadas) y distancias entre los orificio; como complemento a la distribución en el sustrato y con la ayuda de una brújula, se tomó el rumbo. Todos estos registros permitieron hacer una réplica del modelo natural.

Características de los Nidos en Areas Diferentes a las del Cultivo

En la Hacienda "La Corcova", en una franja de vegetación marginal al río Cauca (4.000 m^2), se reconoció la nidificación silvestre, observando el tipo de madera empleada. En la Hacienda "El Medio", en un bosque relictual de 3 ha, se hizo el mismo reconocimiento.

Ensayo de Conquista de Sustratos

Con base en el inventario del área de cultivo se escogió un área proximal al cultivo donde la cantidad de nidos fuese menor y se acondicionó para realizar observaciones en un nicho de **Xylocopa** spp., de 4 x 3 m, protegido con un emparrado de **Passiflora maliformis** L. o granadilla de hueso.

Del área más distante al cultivo donde se registró nidificación, se cortaron seis complejos de nidos con la ayuda de una motosierra y se trasladaron al área antes descrita, donde se dispusieron con el mismo rumbo en que se hallaron.

Una vez establecidos, con base en el mayor recurso de madera en la zona y la información obtenida sobre los sustratos de nidificación, se cortaron tres maderos de 60 cm de largo por no menos de 15 cm de diámetro de cada una de las siguientes especies: **Samanea saman** (Jacq.) Merrill (Mimosaceae), **Guazuma ulmifolia** Lam. (Sterculiaceae) y **Erythrina pisamo** Posada - Arango (Papilionaceace). Con ayuda de un berbiquí y una broca de 1,27 cm se efectuó una galería longitudinal (60 cm) comunicada con un orificio en la parte media del sustrato; los extremos se sellaron con láminas circulares de cartón más cera de abejas caliente. A estos sustratos ya elaborados se les hizo en uno de sus lados, con ayuda de una broca, un orificio de 3 cm de profundidad. Estos sustratos se dispusieron al lado de los complejos de nidos instaurados en el área de ensayo y se hicieron observaciones sobre el comportamiento de colonización y la preferencia de conquista del sustrato.

Para facilitar las observaciones de comportamiento, colonización y tiempo invertido para formar una nueva galería, las abejas carpinteras se marcaron durante siete días, de las 09:00 a las 12:00 horas, tiempo du-

rante el cual el insecto utiliza estructuras diferentes al pronoto para cargar al polen. La técnica de marcado consistió en: Mediante una jama entomológica se capturaron individuos en el área de ensayo; con la ayuda de un guante de caucho se inmovilizaron los insectos y se les aplicó sobre el pronoto corrector mecanográfico; luego se depositó una gota de pintura acrílica y al secarse se marcaron con un número hecho con tinta de rapidógrafo, para finalmente adicionar pegante "Superbonder", teniendo el cuidado de no impregnar los escleritos axilares. Al terminar el marcado, las abejas se liberaron.

Modelo Natural Extensivo para Nidificación en el Area de Cultivos.

Con la información obtenida del inventario y el área de ensayo, se prepararon maderos con una longitud mínima de 60 cm y un diámetro no menor de 15 cm y con orificios de 3 cm de profundidad y 1,27 cm de diámetro (dos orificios por sustrato, separados 20 cm).

Al lado de cada uno de los complejos de nidos registrados en la zona de cultivo se colocó un sustrato. En éste manejo se prescindió de los nidos situados en áreas más lejanas para evitar la pérdida de la madera, pues es utilizada en fogones de leña. Después de 20,40 y 60 días se evaluó la cantidad de nidificación obtenida, mediante la observación directa en los sustratos. Con este manejo se pretendió obtener un incremento de **Xylocopa** spp., evaluado mediante el número de sustratos conquistados.

Fauna Asociada con los Complejos de Nidos

A través de la observación permanente se llevó un registro de la fauna asociada con los sustratos de nidificación, incluyendo la que vive a expensas del material desechado por **Xylocopa** spp., con especial atención al grupo de parásitos y parasitoides entomófagos. Para una mayor comprensión se efectúo la disección de diez complejos de nidos, los cuales exhibían mayor tiempo de establecimiento; estos se partieron en rodajas de 3 cm de ancho. Las muestras se preservaron en alcohol al 90% para su posterior análisis.

RESULTADOS Y DISCUSION

Complejo de Nidos y su Distribución Horizontal

El inventario que se indica en la Figura 1 señala un total de 25 complejos de nidos en la zona sembrada, registrándose un área de escasa colonización entre lotes 1 y 2; en el lote 4 se presentó un incremento; este lote tenía una distancia de siembra de 3 x 3 m y un mayor número de pastos, a diferencia de los otros lotes en los cuales la distancia de siembra era de 4 x 4 m. En una zona aledaña al cultivo se encontraron 34 complejos de nidos. De acuerdo con los diferentes tipos de distribución de insectos citados por Southwood (1978), la distribución de los nidos encontrada en el cultivo fue al azar y fuera de él al azar y por contagio. El contagio puede ser aprovechado para la formación de nichos de asentamiento.

El polvo fluorescente aplicado a 47 orificios de entrada a las galerías de nidos, en el área de cultivo (25 complejos de nidos), fue encontrado en un 76% de las deyecciones colectadas de 123 orificios de los 34 complejos de nidos de áreas aledañas. Esto permitió conocer la relación directa de la población aledaña con las flores del maracuyá y reconocer que poseen un rango de distribución y búsqueda de alimento de 1.420 m., respecto a las 25,5 ha, de cultivo, lo cual es considerado como amplio. Por su lado, Bentley y Elias (1983) y Stephen et al. (1970) argumentan que **Xylocopa** puede atravezar largas distancias. Esto sugiere que la formación de asentamiento dirigidos no necesariamente debe estar dentro del área de cultivo.

Distribución Vertical y Caracterlsticas de los Nidos

Los resultados obtenidos en cada una de las variables registradas se presentan por separado.

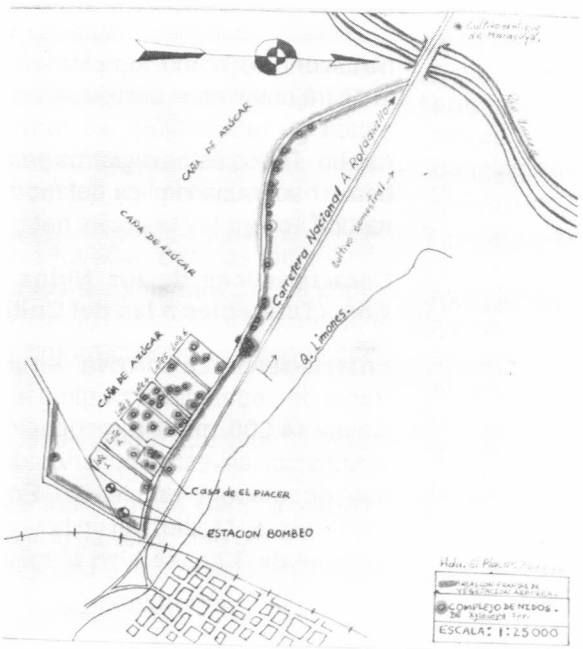


Figura 1. Distribución horizontal de complejos de nidos de **Xylocopa** spp.

Tipo de sustrato- Xylocopa spp. no presenta selectividad de sustrato para nidificación y emplea sólo el recurso madera más disponible en el área (Tabla 1). En el cultivo, donde se utiliza el "trapichero" (madera procedente de la costa pacífica) como sostén del emparrado, registró un 38,9% y fuera del cultivo de maracuyá, donde existen socas de **Eucaliptus,** se presentó un 22%.

Es de destacar que en cuatro complejos de nidos existía una actividad meristemática lateral. En seis complejos de nidos, las galerías habían sido iniciadas a partir de huellas de machete y de deterioro a causa de la actividad de termitas y coleópteros.

Diámetro de los orificios de entrada.- Un mismo sustrato puede presentar desde 1 a 7 orificios de entrada a las galerías, con una variación en el diámetro de los mismos de 10 hasta 17 mm. En la Figura 2 se presentan las frecuencias que sugieren la existencia de un complejo de tres especies de abejas carpinteras, las cuales bajo condiciones naturales puede convivir en un mismo sustrato. Cuando el diámetro de la troza no es suficiente, no es posible la nidificación conjunta.

Número de orificios de entrada por sustrato.- El número de orificios por sustrato varió entre 1 y 7. En el área de cultivo se presentó una media de 2 orificios por sustrato y en las áreas aledañas la media fue de 4 orificios de sustrato. Hay una tendencia a la disminución de galerías en el área de cultivo comparada con las zonas aledañas, lo cual tiene relación con el tiempo de asentamiento. Es importante, como evidencia, que en un pasado existió, a no menos de 2 km, un cultivo de maracuyá y dicha franja de vegetación presentaba disponibilidad de sustratos, constituyendo una zona de refugio para nidificación, de acuerdo con lo presentado en la Figura 1.

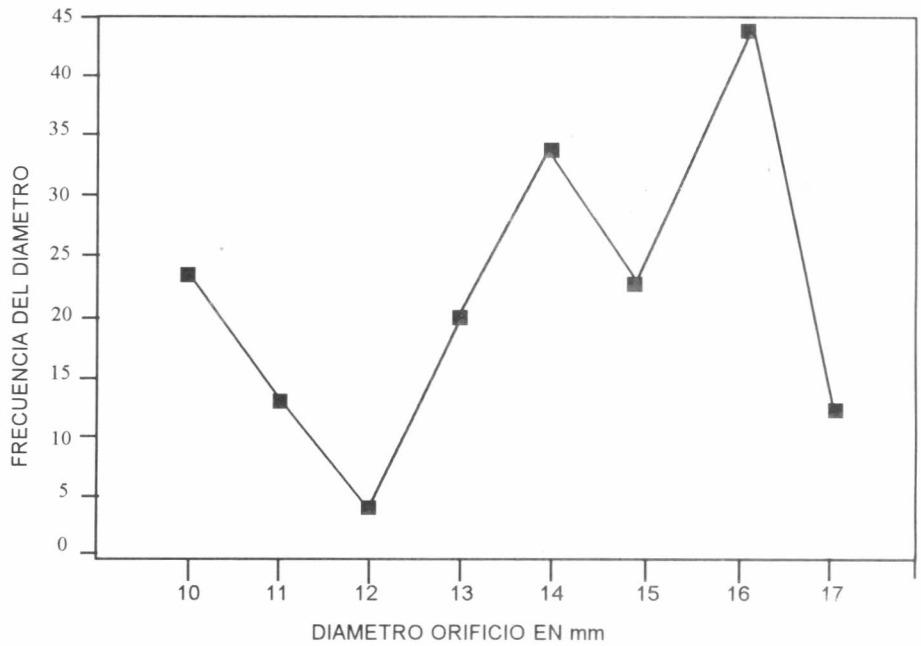


Figura 2. Orificios de entrada a galerías de **Xylocopa** spp.

Tabla 1. Tipo de sustrato empleado por **Xylocopa** spp. Zarzal (Valle). 1990:

COMPLEJOS DE NIDOS (Frecuencia)	TIPO DE MADERA	UBICACION		PORCENTAJE
		DENTRO	FUERA	
23	Trapichero	X		38,98
2	Sin especificar	X		3,39
13	**Eucaliptus**		X	22,03
2	**Manguifera**		X	3,39
1	**Gliricidia**		X	1,69
1	**Spondias**		X	1,69
3	**Sterculia**		X	5,08
4	**Samanea**		X	6,78
7	**Erythrina**		X	11,86
3	Sin especificar.		X	5,08
59				

Número de muescas.- Sólo en la nidificación del área de cultivo se presentaron galerías empezadas, con un total de 57 muescas (un promedio de 2 por sustrato) y con una profundidad promedia por galería de 2,75 cm. La presencia de sustratos en proceso de colonización sólo en el área de cultivo confirma que la población se encuentra en proceso de colonización y tiende a establecerse donde exista el recurso para nidificación y la disponibilidad de alimento.

Altura y diámetro del sustrato.- En los sustratos, la altura media fue de 0,71 m (0,25-2,20 m); el diámetro promedio fue de 12 cm (2,7-16 cm). **Xylocopa** spp. puede hacer sus nidos desde muy cerca al nivel del suelo (1 cm) y se encuentran nidos en alturas hasta de 900 cm, dependiendo de las condiciones de la rama o madero para su aprovechamiento.

Orientación de las entradas de las galerías.- En los nidos estudiados, la mayor proporción de orificios (41%)

orienta su salida hacia el noreste, un 15% las dirige hacia el suroeste, el 24% al noroccidente y el 17% al suroccidente; hay una tendencia hacia la orientación de la salida del sol y existe evasión de las lluvias y los vientos. Al complementar la orientación con la distancia entre orificios, hay sugerencia de un aprovechamiento máximo de la madera para la elaboración de galerías.

Características de los Nidos en Areas Diferentes a las del Cultivo

En la finca "La Corcova" se encontraron tres complejos de nidos: un sustrato sobre el suelo y dos en fustes de árboles sujetos a quema y con meristemos laterales activos, ubicados a 2 m del suelo. El tipo de sustrato empleado fue **Salix humboltiana** Willd. (Salicaceae), por ser el único recurso madera existente en el área.

En la Hacienda "El Medio" se encontraron cuatro complejos de nidos, con nidificación hecha aproximadamente a 35, 40 y 12 m y una troza seca postrada a 1,50 m en un árbol que había sido aserrado. El tipo de sustrato empleado fue **Anacardium excelsum** (Ber. et Balb.) Skeels (Anacardiaceae), siendo también el recurso madera más abundante. La nidificación se considera escasa, posiblemente por la reducida flora que aporta néctar y polen. La nidificación sólo existía en el saliente del dosel y en sus orillas; dentro del bosque el recurso madera es abundante y no es aprovechado, debido a la oscuridad y alta humedad que presenta el sotobosque. En una visita se observó que el viento había quebrado uno de los nidos más altos y un pájaro carpintero de la Familia Picidae, especie no determinada, laboraba en la madera para nidificación sin existir agresión por parte de las abejas.

Ensayo de Conquista de Sustratos y Comportamiento de *Xylocopa* spp.

La práctica de galerías selladas en sus laterales y un orificio medio de entrada mostró que **Xylocopa** spp. no coloniza este tipo de galerías, siendo en su defecto ocupadas por otras especies de artrópodos, entre los que se cuentan arañas, abejas de la familia Halictidae y avispas del género **Euglossa** (Eumenidae), siendo también reservorio de la cucaracha **Periplaneta americana** (L.) y otros. En condiciones naturales, las galerías parcialmente vacías son también ocupadas por estos mismos artrópodos.

El diseño de orificios de 1,27 cm de diámetro y 3 cm de profundidad fue más efectivo, pues fueron conquistados por las abejas en los tres diferentes tipos de madera utilizados, obteniéndose un total de 11 galerías nuevas, dos de ellas iniciadas sin muesca provocada. De un total de 144 individuos marcados (130 hembras y 14 machos) sólo 11 fueron observados en actividad de nidificación; esta es una tarea exclusiva de las hembras de las abejas carpinteras.

La hembra de **Xylocopa** spp. ejecuta un acto de territorialidad frente al espacio de madera que va a colonizar; sobrevuela describiendo un ocho alrededor del sustrato y no permite que otra hembra haga lo mismo; este acto lo realiza, en promedio, durante 8 días (rango de 2 a 18 días). Después de esto inicia la formación de la galería, lo cual puede durar en promedio 12 días, si se toma como referencia la terminación de la misma al finalizar la emisión de aserrín por la entrada. Después se dedica a la colección de polen y néctar. La misma hembra que elabora la galería es la que realiza la tabicación de las cámaras de cría y es un interrogante sí en la primera generación aparecen machos, los cuales ayudan a la tabicación, pero pocas veces se les vió como efectivos colectores de polen. Las hembras suministran en la entrada de las galerías alimento regurgitado. La cópula de las abejas es también un interrogante, pues presumiblemente la ejecutan dentro de la galería; sólo en una ocasión se vió una cópula en la entrada de un nido, siendo este un acto agresivo en el que el macho puede perder estructuras como antenas y patas.

A los machos se les observó a menudo sobrevolando y describiendo figuras en forma de ocho, en grupos de cinco a diez sobre árboles, aproximadamente a 100 y 900 m. del cultivo, como **G. umbifolia, Swinglia glutinosa** (Blanco) Merrill y **Eucaliptus** spp. El vuelo es incansable y durante las horas de buen brillo solar. Según la comunicación personal del Dr. William Eberhard, este acto podría tratarse de una selección, donde se compite por el mejor macho.

Machos y hembras, al salir de la galería, marcan la misma con deyecciones líquidas. De acuerdo con Frankie y Vinson (1977) se desconoce si las glángulas de Dufur, además de ser utilizadas como marcadores de flores, sirven para identificar los nidos en el género **Andrena** (Hymenoptera: Andrenidae).

La madera ofrecida como sustrato de nidificación fue igualmente colonizada; la más blanda lo fue más rápidamente que la dura, pero se logró una adaptación satisfactoria para la agrupación en refugios. Al final del trabajo se observó abandono de dos galerías elaboradas en **Erythrina**, presumiblemente por ser madera más blanda y más sujeta al deterioro por causa de la humedad; se presentó recolonización en cuatro galerías que se habían elaborado en madera dura. Las hembras po-

seen un hábito de limpieza de las galerías, para lo cual vibran para sacar el aserrín, las exuvias, las posturas y los cadáveres de parásitos y de abejas carpinteras parasitadas.

Modelo Natural Extensivo para Nidificación en el Area de Cultivo

De veinticinco sustratos ofrecidos, un 60% de ellos fueron conquistados. De quince colonizados, las abejas carpinteras trabajaron en 55 galerías nuevas. Se tuvo siempre como tarea, la remoción de los enemigos naturales, estos entomófagos que según Hurd (1978) disminuyen considerablemente las poblaciones de **Xylocopa**.

Fauna Asociada con los Complejos de Nidos

Existe un gran número de especies asociadas con los nidos de **Xylocopa** spp. que aprovecha las deyecciones de los adultos y las larvas, recurso este que se acumula en la entrada a las galerías o en el suelo. El aserrín desechado por las hembras en la elaboración de las galerías, es utilizado como sitio habitacional por hormigas del género **Wasmannia** (Hymenoptera: Formicidae - Myrmicinae), psócidos (Psocoptera: Psocidae), colémbolos (Collembola: Entomobryiidae) y Diplópodos, entre otros. Dentro de las especies que afectan las poblaciones de **Xylocopa** spp. se encontró una hormiga del género **Camponotus** (Hymenoptera: Formicidae - Formicinae) como invasora de galerías, la cual es una especie de actividad nocturna y muy territorial; y otra hormiga de actividad diurna con comportamiento territorial e invasora de galerías activas perteneciente al género **Azteca** (Hymenoptera: Formicidae - Dolichoderinae).

Sobre los adultos de **Xylocopa** spp. se encontraron formas hipopodiales de un ácaro de la familia Chaetodactylidae (Acari), la cual, de acuerdo en Flechtmann (1975), contiene especies asociadas con nidos de Hymenoptera.

También se encontró un microhimenóptero de la familia Encyrtidae como parasitoide de huevo-larva, el cual exhibe poliembrionia (Fig. 3). Este enemigo, según Askew (1973) y Lima (1962), consume luego la provisión dejada por la abeja.

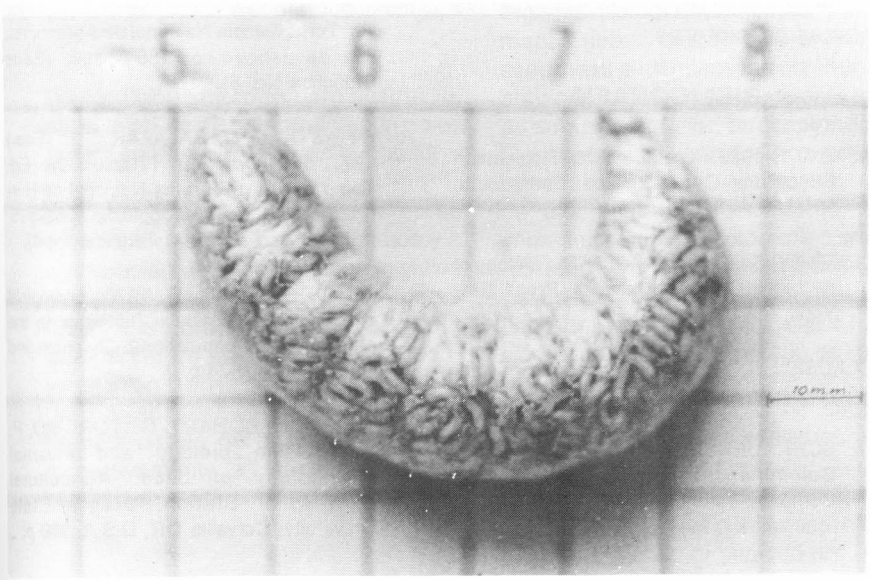


Figura 3. Larva de **Xylocopa** spp. con puparios de Encyrtidae próximos a eclosionar.

El **Cissistes maculata** (Swederus) (Coleoptera: Meloidae) es, según Lima 1953), un insecto hipermetábolo con larvas thysanuriformes (triangulín), las cuales se transportan en los pelos de machos y hembras de **Xylocopa** y son miméticas en el cuerpo de los machos por poseer el mismo color amarillento. Las posturas del parásito fueron encontradas en masas de 1.650 a 1.800 huevos, los cuales presentaron una eclosión del 100%. Se observaron adultos de **Xylocopa** con vuelo torpe ocasionado por la alta cantidad de triangulinos por adulto, se contaron hasta 800, las cuales localizan en los tejidos intersegmentales de las abejas hasta reducirlas.

Este Meloidae coloca también sus posturas dentro de las galerías viejas, y al momento de la recolonización, las hembras de **Xylocopa** se contaminan con las larvas del parásito, las cuales se adhieren al cuerpo del adulto utilizando un pegante que secretan por el último segmento abdominal. Las larvas de los Meloidae se ubican dentro de las cámaras de cría de **Xylocopa** y una vez allí consumen la provisión para las abejas, los huevos y los especímenes inmaduros, pasando luego a las formas eucéfalas. El adulto, con sus mandíbulas, puede hacer orificios en la madera de aproximadamente 0,8 mm, presumiblemente buscando la salida de la galería.

Se registró un Leucospidae (Hymenoptera) que se posa sobre la madera y con el ovipositor taladra hasta alcanzar la larva de la abeja dentro de la cámara de cría. Clausen (1962) menciona que éstas son avispas solitarias y parásitos externos de larvas de los últimos estados de desarrollo.

Una mosca ovípara de la familia Tachinidae (Diptera), la cual coloca los huevos cerca del nido, fue registrada por Askew (1973). Se encon-

traron larvas maduras de las abejas carpinteras con ruptura abdominal causada por la emergencia de 1 a 14 individuos de esta mosca. Otra mosca de la familia Conopidae (Diptera) puede parasitar a las abejas en vuelo, insertando los huevos en el abdomen del huésped, y como grupo se les considera asociados con el rango de huéspedes de la familia Meloidae (Askew 1973). El parasitismo se manifestó en el estado adulto de **Xylocopa** spp.

Un depredador de la familia Asilidae (Diptera) se observó atacando a **Xylocopa** spp., atrapando especialmente los machos durante el vuelo. Clausen (1962) anota que los asílidos subsisten enteramente alimentándose de insectos.

El pájaro **Picumnus granadensis** (Piciedae), de acuerdo con De Schauensee (1964), nidifica conjuntamente con las abejas carpinteras y comparte o no el sustrato de nidificación de las abejas, pero se alimentan de hormigas. En los nidos donde la madera está deteriorada, el repiqueteo del ave puede exponer las larvas de **Xylocopa** spp.

El **Molothrus bonariensis** (Icteridae) es depredador de adultos de abejas carpinteras, con preferencia por los machos.

La remoción de los enemigos naturales, especialmente de los meloides y encyrtidos, es una práctica cultural que se debe implementar para mantener las poblaciones de **Xylocopa**, ya que su ocurrencia es elevada comparada con el resto de entomófagos.

CONCLUSIONES

- La distribución de los nidos de **Xylocopa** spp. puede ser al azar o por contagio.

- Los **Xylocopa** spp. se desplazan grandes distancias en búsqueda de alimento, y no presentan selectividad de sustrato para nidificación, limitándose al recurso madera más abundante en la zona.

- Las abejas carpinteras colonizan un tamaño óptimo de madera de 60 cm de largo y no menos de 15 cm de diámetro, con orificios preiniciados de 3 cm de profundidad por 1,7 cm de diámetro, y protegidos del viento y la lluvia.

- Con base en el tamaño de los orificios registrados se sospecha la presencia de un complejo de especies de **Xylocopa**.

- La madurez del complejo de nidos está relacionada con el número de orificios de entrada a las galerías.

- La actividad colonizadora de sustratos de **Xylocopa** spp. tiene relación con la cantidad de alimento y madera disponibles.

- Los **Xylocopa** spp. tienen gran abundancia de parásitos y parasitoides entomófagos que por sus adaptaciones y comportamiento para seguir a su huésped, hacen posible el detrimento de las poblaciones de las abejas carpinteras.

BIBLIOGRAFIA

ASKEW, R. 1973. Parasitc insects. Heinemann Educational Books Limited. Portsmouth, NH, U.S.A. 316 p.

BENTLEY, B.; ELIAS, T. 1983. The biology of nectaries. Columbia University Press, New York. 259 p.

CLAUSEN, C. 1962. Entomophagous insects. Hafner Publishing, New York. 687 p.

DE SCHRAUENSEE, R. 1964. The Birds of Colombia. Livingston Publishing Company. Winnewood PA, U.S.A. 427 p.

ESPINAL, S.; MONTENEGRO, E. 1963. Formaciones vegetales de Colombia; memoria explicativa sobre mapa ecológico. Departamento Agrologico, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. 201 p.

ESCOBAR, L. 1985. Biología reproductiva de **Passiflora manicata** e hibridación con la curuba **Pasiflora mollisima.** Actualidades Biológicas (Colombia) v. 14 no. 54, p. 111-121.

FERNANDEZ, F.; NATES, G. 1985. Hábitos de nidificación en abejas carpinteras del género **Xylocopa** (Hymenoptera: Anthophoridae). Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 11, no. 2, p. 36-41.

FRANKIE, W.; VINSON, B. 1977. Scent. Marking of passion flowers in Texas by females of **Xylocopa virginica texana** (Hymenoptera: Anthophoridae). Journal of the Kansas Entomológical Society (Estados Unidos) v. 50 no. 4, p. 613-625.

FLECHTMANN, C. 1975. Elementos de acarología. Nobel, Sao Paulo. 344 p.

HURD, P. D. 1978. An annotated catalog of the carpenter bees (Genus **Xylocopa** Latrielle) of the Western hemisphere (Hymenoptera: Anthophoridae). Smithsonian Institute Press, Washingtong, D.C. 106 p.

LIMA, A. DA COSTA. 1953. Insectos do Brasil. 9º Tomo. Escola Nacional de Agronomía. Río de Janeiro p. 6 - 16 (Serie Didáctica No. 8).

LIMA, H. DA COSTA 1962. Insectos do Brasil. 12º Tomo Escola Nacional de Agronomía, Río de Janeiro. p. 185 - 193. (Serie Didáctica No. 8).

RIOS-CASTAÑO, D.; SALAZAR C., R. (Eds.) 1977. Pasifloras. En Frutales. 2a. Ed. Tomo II. ICA, Programa Nacional de Hortalizas y Frutales, Bogotá. p. 365-395. (Manual de Asistencia Técnica No. 4).

SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Ecológical methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London. 524 p.

STEPHEN, W.; BOHART, G.; TORCHIO, P. 1970. The biology and external morphology of bees. Agricultural Experiment Station, Oregon State University. Corvallis OR, U.S.A. 139 p.

RECOMENDACIONES PARA LOS AUTORES

La Revista Colombiana de Entomología es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad Colombiana de Entomología -SOCOLEN- y como tal publica de preferencia artículos científicos, inéditos, basados en resultados de investigaciones en el campo de la entomología o ciencias afines. Ocasionalmente también publica artículos técnicos de diferente naturaleza que no presentan prueba de hipótesis como por ejemplo descripción de métodos o revisiones de literatura pero que sean relevantes en el campo de la ciencia entomológica.

Los artículos en original y tres (3)copias, deben ser enviados a la Secretaría de SOCOLEN, escritos a máquina o impresora de computador en letra de alta calidad, a doble espacio, en papel tamaño carta y con márgenes de tres cm. El trabajo puede tener una extensión máxima de 25 páginas, incluidas figuras, tablas y bibliografía. El lenguaje utilizado debe ser claro y preciso, y las tablas y figuras seleccionadas deben ser bien elaboradas, de alta calidad y aportar información valiosa e ilustrativa para el artículo y no ser redundantes con la información dada en el texto o entre ellas mismas.

La estructura del artículo debe tener en cuenta los pasos del método científico así:

Titulo: Debe ser corto pero ilustrativo, sin exceder de 15 palabras; si ello no es posible se deberá incluir un subtítulo.

Autores: En el crédito de autores se debe incluir los nombres completos y a continuación de cada autor las iniciales de los títulos académicos. Los autores deben ir en orden de acuerdo con la importancia de su contribución a la investigación o en la preparación del artículo y no en orden alfabético o de rango. En nota de pie de página se indicará respectivamente la institución a la cual pertenecen y la dirección postal completa.

Resumen: Debe ser conciso y contener información sobre: la justificación, objetivos, metodología y resultados concretos de la investigación. Además debe indicar los limites de la validez e implicaciones de los resultados. No debe exceder de 250 palabras escritas en un párrafo continuo, sin puntos aparte.

Summary: Debe ser una traducción fiel del Resumen al idioma Inglés.

Palabras claves adicionales: Al final del Resumen y del Summary se debe colocar una lista de palabras del artículo, diferentes de las incluidas en el titulo, que faciliten el uso de los sistemas modernos de catalogación y búsqueda de información por computador.

Estructura: Cada artículo debe constar fundamentalmente de los siguientes capítulos: Introducción, no debe exceder de 350 palabras y puede incluir la Revisión de Literatura; Revisión de Literatura; Materiales y Métodos; Resultados y Discusión (la Discusión puede ir como un capitulo aparte); Conclusiones y Bibliografía.

Tablas: Se deben presentar en páginas separadas e identificadas con números arábigos continuos. El titulo debe ir en la parte superior de la tabla. Notas de pie de página solo se deben utilizar en las tablas.

Figuras: Fotografías, dibujos, gráficos y mapas deben presentarse en páginas separadas e identificadas con números arábigos con su correspondiente leyenda en la parte inferior. Se aceptan figuras elaboradas en computador cuando estas sean impresas con características de alta calidad, preferiblemente en impresora láser. Las fotografías en colores deben entregarse en trasparencias y las en blanco y negro deben venir en papel brillante de 9x12 cm. Cada ilustración debe venir acompañada de su crédito respectivo. La información que se presenta en las gráficas no debe ser repetición de la presentada en las tablas.

Citas bibliográficas: Solamente se aceptan referencias publicadas, citando el apellido del autor seguido por el año de publicación entre paréntesis. Ej: Rodríguez (1993). Cuando los autores sean tres o más se debe usar la expresión latina et al. Ej: López et al. (1993). Si la cita se coloca al final se usa autor y fecha entre paréntesis. Ej: (Rodríguez 1993; López et al. 1993).

Bibliografía: Se debe presentar en orden alfabético. La referencia de un artículo en una publicación periodica debe contener los siguientes elementos: Autor (es) (en mayúsculas y separados por ;). Año de publicación. Titulo del artículo. Nombre completo de la revista y el país de origen entre paréntesis siempre y cuando no este incluido en el titulo, v. (volumen) no. (número), p. (páginas). Ej: POSADA F., F.J. 1992. Ciclo de vida, consumo foliar y daño en frutos de melón por *Diaphania hyalinata* (L.)(Lepidóptera:Pyralidae). Revista Colombiana de Entomología v. 18 no. 1, p. 26-31. La referencia de un libro debe incluir: Autor (es) en mayúsculas y separados por ;. Año de publicación. Titulo. Editorial o Entidad responsable de la publicación, lugar de impresión. páginas, Ej: GOMEZ-ARISTIZABAL, A.; RIVERA-POSADA, H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. CENICAFE, Chinchiná (Colombia). 481p.

Estilo: Se debe escribir en un estilo impersonal, utilizando abreviaturas de uso común y el sistema métrico decimal o el internacional.

ARTICULOS TECNICOS

Artículos técnicos se aceptan para ser publicados en la revista sólo cuando su importancia o relevancia en la ciencia de la Entomología, lo ameriten. Deben seguir en términos generales las normas aquí establecidas para los artículos científicos con las modificaciones apropiadas para este tipo de trabajos.

SEPARATAS

Por cada uno de los artículos publicados, se entregarán 15 separatas en forma gratuita al autor. Copias adicionales, pueden ser ordenadas a los precios vigentes en el momento de impresión, para lo cual el autor deberá hacerlo saber, cuando reciba la confirmación de aceptación de su artículo para la publicación.