

Departamento de
Protección Agrícola
y Forestal

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE DIPLOMA

**Introducción y Evaluación del parasitoide
Diadegma semiclausum (Hellen) para el manejo de
la Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xylostella*
en Nicaragua.**

Autor.

Br. Kelving John Cerda Cerda.

Asesor.

M. Sc. Ing. Freddy Miranda Ortiz.

Junio del 2002

Managua, Nicaragua

Dedicatoria.

Lo primero es darle gracia a Dios por permitir que realizará este pequeño trabajo.

Dedico este esfuerzo a mi padre Herodito E. Cerda G. por guiarme a una vida sana y responsable.

También a mi madre Margarita Cerda H, A mis hermanos y abuela Julia Cerda por su apoyo, motivación y comprensión.

Agradecimiento.

A mi amigo Ing. Jossué Brenes B. por su apoyo y confianza durante el curso de estudio y este trabajo de investigación.

A mi asesor y amigo M. Sc. Freddy Miranda O. Por brindarme una orientación, apoyo y confianza durante este esfuerzo realizado.

Mucha gracia a Ing. Hellen Pérez por su ayuda y colaboración durante el trabajo en el laboratorio, así también le agradezco al Ing. Oswaldo País D. y Ing. Sugey Mendoza amigo y compañero.

A mis amigos que me acompañaron en un lapso de mi vida, motivándome a continuar y no abandonar este trabajo: Agustín Pérez; Roberto Montenegro; Marco Aragón; Dania González y Fernando Fuente.

Al productor Sr. Salvador Cerrato, a su esposa Blanca Zelaya y familia por acogerme en su hogar y brindarme su amistad incondicional.

Agradezco al la Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR), por su financiamiento del proyecto que dio pie a este trabajo.

	Contenido	Pag.
	Dedicatoria	i
	Agradecimiento	ii
	Contenido	iii
	Indice de figura	vi
	Indice de cuadro	vii
	Indice de Anexo	viii
	Resumen	ix
I	Introducción	1
II	Objetivos	3
III	Revisión bibliográfica	4
	3.1 Biología de <i>Plutella xylostella</i> L. (Palomilla del Dorso de Diamante)	4
	3.2 Control biológico para el manejo de <i>Plutella xylostella</i> en Nicaragua	5
	3.3 <i>Diadegma insulare</i> (Cresson)	6
	3.4 <i>Diadegma semiclausum</i> (HELLEN)	7
	3.5 <i>Bacillus thuringiensis</i>	8
IV.	Materiales y Métodos	9
	4.1 Descripción y Ubicación del estudio	9
	4.2 Proceso de Importación y Saneamiento (Cuarentena) de parasitoide exótico de <i>Plutella xylostella</i>	10

4.3	Proceso de cría de <i>D. semiclausum</i> (Hellen) y su hospedero <i>P. xylostella</i> (Cresson)	11
4.3.1	Metodología para el establecimiento del parasitoide <i>D. Semiclausum</i>	11
4.3.1.1	Establecimientos de plantas de repollo en invernadero.	11
4.3.1.2	Desinfección de semilleros	11
4.3.1.3	Preparación de semilleros	12
4.3.1.4	Trasplante y cuidado de las plantas de repollo	12
4.3.2	Cría de <i>Plutella xylostella</i>	13
4.3.2.1	Preparación de la cámara de oviposición	13
4.3.2.2	Preparación de láminas de oviposición	13
4.3.2.3	Preparación de alimento para adultos de <i>P. xylostella</i>	14
4.3.2.4	Multiplicación de <i>P. xylostella</i>	14
4.3.3	Metodología utilizada en el proceso de crianza de <i>D. Semiclausum</i> larvales de <i>P. xylostella</i>	14
4.4	Datos de Control de Calidad de los Parasitoides en Laboratorio	16
4.4.1	Porcentaje de parasitismo.	16
4.4.2	Porcentaje de emergencia y Relación hembra: macho	17
4.4.3	Regulación de las condiciones ambientales	17
4.4.4	Biología del parasitoide y <i>P. xylostella</i>	17
4.5	Liberaciones de <i>D. semiclausum</i> (Hellen) en campo de Repollo.	18

4.5.1	Establecimiento y Manejo del cultivo	18
4.5.1.1	Preparación del semillero	18
4.5.1.2	Preparación del campo definitivo	18
4.5.1.3	Trasplante	19
4.5.1.4	Fertilización	19
4.5.1.5	Desmalezamiento y Aporque.	19
4.5.1.6	Manejo fitosanitario	20
4.6	Liberaciones de parasitoide y Evaluación de la incidencia en Campo.	20
V	Resultados y Discusión.	23
5.1	Resultado del proceso de cuarentena realizado al parasitoide <i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen) en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria.	22
5.2	Ciclo biológico del parasitoide <i>D. semiclausum</i> (Hellen) en los Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria	25
5.3	Porcentajes de parasitismo de <i>D. semiclausum</i> (Hellen) sobre <i>P. xylostella</i> (L.) en el periodo de cría masiva.	28
5.4	Liberaciones de <i>D. semiclausum</i> (Hellen) y Estimación del Establecimiento en el cultivo de repollo en época de primera 2000, Estelí.	30
VI	Conclusiones.	33
VII	Recomendaciones.	34
VIII	Bibliografía.	35
IX	Anexo	41

Indice de Cuadro

Cuadro.		Pag.
1	Características de adultos de <i>D. semiclausum</i> (Hellen) y <i>Diadegma insulare</i> (Cresson) según Cave (1999)	22
2	Porcentaje de parasitismo, porcentaje de emergencia y Relación hembra:macho del parasitoide <i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen) registrado en cada generación bajo cuarentena, Universidad Nacional Agraria. (Agosto.-Noviembre, 1999).	23
3	Ciclo biológico de <i>D. semiclausum</i> (Hellen) de cada generación evaluada en laboratorio de control biológico de crucíferas (MIP/HORTALIZA) 2000 comparado con resultado obtenido en Asia Vegetable Research and Development Center (AVRDC) 1998.	25

Indice de Figura

Figura		Pag.
1	Porcentajes de parasitismo de <i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen), una vez finalizado el periodo de cuarentena e iniciando el período producción masiva en Laboratorio (MIP-HORTALIZA) 2000.	28
2	Dinámica poblacional de larvas de <i>Plutella xylostella</i> (L.) y porcentajes de parasitismo registrado en época de primera del 2000, comparado con datos de primera de 1998 (Brenes, 2000) en el cultivo de repollo, El Tisey, Estelí.	30

INDICE DE ANEXO

Anexo		Pag.
1	Certificado de permiso de importación del parasitoide <i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen) proveniente de Taiwan a Nicaragua.	42
2	Certificado de levantamiento del proceso de cuarentena al parasitoide <i>D. semiclausum</i> después de haber cumplido con los requerimientos necesarios de sanidad.	43
3	Hoja de Control del parasitoide	44
4	Estructuras del cuerpo de <i>D. semiclausum</i> que se utilizaron como guía para identificar durante el proceso de cuarentena y en la evaluación en el campo.	45

RESUMEN.

Con el propósito de evaluar a *Diadegma semiclausum* (Hellen), como una alternativa biológica (parasitoide) en el manejo de *Plutella xylostella* (L.) se introdujo a Nicaragua un pie de cría. Se realizaron estudios relacionados a saneamiento del pie de cría traído desde Taiwán (Cuarentena), al comportamiento biológico del insecto a condiciones de laboratorio y establecimiento en campo de repollo, realizándose los dos primeros estudios en el laboratorio de parasitoides de la Universidad Nacional Agraria (Managua) y el último en campo de repollo ubicado en el Departamento de Estelí.

Las condiciones que se mantuvieron en el laboratorio en los dos primeros estudios fueron de 21°C de temperatura y 65 % de humedad relativa en promedio. La fase de saneamiento consistió en evaluar la idoneidad de los parasitoides enviados desde Taiwán. Se identificó cada uno de los insectos (Adultos) proveniente del pie de cría y de las tres primeras generaciones en etapa de cuarentena. Durante este período no se encontró insecto atípico a *Diadegma semiclausum*. Otra variable evaluada fue la relación hembra: macho, la que comenzó con 1:7 del pie de cría mejorándose hasta 1:2 al final de la etapa de cuarentena. La biología se separó en periodos de huevo - larva; pupa y adulto obteniendo valores promedio de 10.15 días; 5.72 días y 14.83 días respectivamente, para un ciclo total de 31.42 días. El porcentaje de parasitismo registrado durante las dos primeras fases logró alcanzar un promedio de 90 % en condiciones de laboratorio.

Se colocó una parcela de repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) en el campo para conocer la incidencia de *D. semiclausum* (Hellen) sobre su huésped bajo condiciones ambientales no controladas, al final se encontró que en el periodo de cosecha del cultivo el porcentaje de parasitismo fue de 70 % asociando la incidencia del parasitoide nativo de la región *Diadegma insulare* (Cresson) junto al parasitoide introducido, aportando *D. semiclausum* un 11 % de parasitismo en sobre *Plutella xylostella*.

I. INTRODUCCION

El Repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) al igual que la mayoría de las hortalizas es altamente consumida de forma fresca por la población nacional como internacional. Este cultivo es específicamente de las regiones de mediterráneo de Europa occidental, se cree que se introdujo a América por medio de las embarcaciones españolas (MAGFOR, 1998).

Es un cultivo de importancia económica que presentan serios problema fitosanitario como plagas y enfermedades. Las regiones donde se cultiva este rubro es en Estelí, Matagalpa, Masaya, el Crucero y Carazo, el área estimada de producción es de 1,200-1,500 Mz, estando estas principalmente en manos de pequeños productores, con rendimiento promedio por manzana de 10.54 Ton/Mz. (INTA, 1999).

La Palomilla del Dorso de Diamante (*Plutella xylostella* L.) es la plaga que causa mayor problema en el repollo encontrándose en el cultivo a partir de los 20 días después del trasplante, realizando desde ese momento aplicaciones de insecticida químico para poder reducir las poblaciones del insecto, práctica de manejo de las plagas tradicional en los productores de hortaliza (CATIE, 1999).

Se cree que éste insecto fue introducido a los Estados Unidos procedente de Europa en algún momento antes de la mitad del siglo XIX, encontrándose actualmente distribuida ampliamente en todo el continente Americano (Metcalf, 1972). Debido al alto número de aplicaciones de insecticida, *P. xylostella* presenta resistencia a un gran número de plaguicida sintético que utilizan los productores de Nicaragua para su control (Hruska *et al.*, 1997).

En la Actualidad se buscan prácticas de manejo de plaga que permitan disminuir los riesgos de aumento de resistencia a plaguicida y de contaminación ambiental, incluyendo virtualmente todas las prácticas de control que regulen la densidad de las plagas exceptuando la aplicación de insecticida químicos, hoy en días generalmente se entiende que este término puede ser utilizado también como la aplicación de organismo vivo (enemigo natural) como agente de control, reuniendo todos estos términos en un solo concepto denominado control biológico (Huis, 1990).

El aumento de enemigo naturales incluye la crianza y liberación tanto de parasitoides como depredadores, ejerciendo un efecto similar al control químico con la salvedad de no afectar negativamente de medio ambiente por lo que actualmente es una de las mejores alternativas en el control de plaga para los agricultores. Esta táctica de control biológico provee mayor beneficio sobre el químico, tales como evitar la alta residualidad de insecticida en los productos de los cultivos así como la conservación de los enemigos naturales (Carrillo, 1997).

El control biológico clásico es un componente importante en el desarrollo de táctica de combate contra *P. xylostella*. En Europa, donde la plaga es atacada por una gran cantidad de depredadores y parasitoides en sus diferentes estados de vida del insecto manteniendo las poblaciones de éste debajo del nivel de daño económico, factor por el cual no se considera plaga (Talekar & Mei-Ying-Lin 1998).

II. OBJETIVOS

- Introducir el parasitoide *Diadegma semiclausum* (Hellen), de *Plutella xylostella* procedente de Taiwan a Nicaragua.
- Estudiar la biología del parasitoides *Diadegma semiclausum* (Hellen), en condiciones de laboratorio.
- Evaluar el establecimiento del parasitoide *Diadegma semiclausum* (Hellen) en el cultivar de repollo utilizando *Bacillus thuringiensis* para el manejo de *Plutella xylostella*.

III REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Biología de *Plutella xylostella* L. (Palomilla del Dorso de Diamante).

La Palomilla del Dorso de Diamante *Plutella xylostella* L. (Lep. , *Plutellidae*), es una plaga destructiva en todas las crucíferas de importancia económica. Las larvas de esta plaga se alimentan de todas las partes de la planta, reduciendo eventualmente los campo y calidad del producto.

Huevo: Los huevos son depositados por las hembras que emigran de campos cercanos u hospederos silvestres dos horas después del atardecer o en la madrugada. Tienen un color amarillo son colocado en el envés de las hojas, individualmente o en grupos pequeños (Scholaen, 1997).

Larvas: las larvas varían de tamaño hasta 8mm de largo, su color varía desde amarillo claro hasta verde oscuro y al tocarla se retuercen violentamente dejándose caer quedando suspendida de un hilo de seda, la larva se alimenta del follaje ocasionando daño a las hojas no cosechable y también a la cabeza comerciable del repollo y al follaje y flores inmaduras del brócoli y coliflor (Andrews, 1984)

Pupa: Verde, se va volviendo parda amarillenta, de 6mm de largo. (Saunders, 1998).

Adulto: el tamaño aproximado del adulto es de 12-15mm, alas delanteras son de color pardo gris con un dibujo en forma de diamante que se visualiza mejor cuando cierra las alas. Las alas traseras son pardas pálido con un fleco de pelos largos (Saunders, 1998).

3.2 Control biológico para el manejo de *Plutella xylostella* en Nicaragua.

Control biológico: En un sentido restringido es la acción directa de parásito depredadores y patógenos, los cuales se llaman enemigos naturales, y competidores de otras especies por recursos naturales, los cuales se llaman antagonista, en el mantenimiento y regulación de la densidad poblacional de un organismo a un promedio mas bajo del que existiría en su ausencia (Cave 1995 a.).

Para utilizar un agente regulador dentro de una estrategia de manejo de poblaciones es necesario tener conocimiento biológicos y físicos del agente. Por cuanto se deben de realizar diversas pruebas que permitan evaluar la efectividad, especificidad y dosificación al momento de aplicarlas.

Gómez, (1992) evaluó diferentes productos botánicos y biológicos para el control de *P. xylostella*, señalando que ejercen buen control los productos de origen botánicos más que los otros. Ríos, (1994) hace mención que el uso de productos biológicos y botánicos puede ser una alternativa en el manejo de *P. xylostella*, no afectando el establecimiento de la fauna benéfica en un agroecosistema.

La búsqueda de tipos de formulaciones y forma de aplicación de agente entomopatógeno es importante para una efectiva acción en contra de las plagas. Rodríguez, (2000) realizo combinaciones de aceite de algodón con diferentes concentraciones del hongo *Beauveria bassiana*, evaluándola sobre el huésped *P. xylostella*. 12 aislados de *Bauveria bassiana* resultaron ser patogénicas contra larvas de *P. xylostella* relacionando la mortalidad de las larvas al tipo de aislamiento realizado al hongo (López, 1996).

Dentro del contexto control biológico también cabe mencionar la utilización de enemigos naturales tanto nativos de una región como introducidos de otra región o país, para el control de una plaga (Control biológico clásico). Molina, (1999) monitoreó la incidencia de dos parasitoides exóticos como *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae*, asociando la incidencia del parasitoides nativo *D. insulare*, encontrando un porcentaje de parasitismo hasta de un 96 % en zona baja de siembra.

3.3 *Diadegma insulare* (Cresson).

Orden: Hymenoptera, Fam: *Ichneumonidae*.

Es el parasitoides más común de *P. xylostella* en América Central, se encuentra distribuida en América Central, Sur América, El Caribe y partes de Norte América, las hembras parasitan preferiblemente larvas hospedadoras de segundo o tercer instar.

La larva del parasitoides se desarrolla como un endoparásito solitario. Emergiendo de la prepupa del hospedero formado un capullo, en el cual empupa dentro del capullo del hospedero. Los adultos se alimentan de néctar y requieren de agua libre.

La longitud es de 2-3 mm, la cabeza, mesosoma y dorso de la metasoma es de color negro; la tégula, pro- y mesotrocánteres y segundo segmento de metatrocánteres amarillo. Tiene un ovipositor largo curvado hacia arriba, se reporta *Plutella armoraciae* y *Hellula undalis* (*Pyralidae*) como hospedero en otras partes del mundo. (Cave, 1995 b.)

3.4 *Diadegma semiclausum* (HELLEN).

Orden: Hymenoptera, Fam: *Ichneumonidae*.

También conocida como *Diadegma cerophaga* (Ooig, 1980), *D. eucerophaga* (Lim,1982) y *Anguitia cerphaga* (Vos, 1953) es probablemente el más eficiente parasitoides de *Plutella xylostella*. Es originaria de Europa es un endoparásito solitario que sobrevive mejor en clima y temperatura heladas (Talekar & Mei-Ying-Lin 1998).

Los huevos son semicirculares, cilíndricos y se encuentran solamente en las larvas de *P. xylostella*, la longitud del huevo es de 0.22mm y de ancho 0.05mm. la etapa de huevo dura 1.6 días.(Talekar & Mei-Ying-Lin 1998).

Estado larval, al salir la larva del huevo esta es de color transparente, el cuerpo mide 0.67mm de largo y 0.14mm de ancho la longitud del rabo es de 0.15mm(Talekar & Mei-Ying-Lin 1998).

Estado de pupa, el capullo es cilíndrico, inicialmente el capullo es pálido, pero se torna oscuro, rápidamente la larva del parásito comienza la prepupa, el cuerpo del parásito se va encorvando dando una apariencia de saco (Voukassovitch, 1927).

Estado adulto: Antes de emerger las antenas y las patas de los adultos se tornan oscuras. El cuerpo del adulto es negro tiene antenas largas, las alas delanteras son transparentes, tiene un estigma negro a lo largo del margen anterior. La hembra tiene un ovipositor grande, la hembra es más grande que el macho, la extensión del cuerpo es 6.82mm y 6.05mm respectivamente para hembra y macho, el cuerpo de la hembra es 0.9 de ancho y el macho 0.87mm de ancho (Talekar & Mei-Ying-Lin 1998).

3.5 *Bacillus thuringiensis*.

El grupo de bacteria entomopatógenas incluyen especies con la habilidad de infestar exclusivamente insecto saludable las que se reproducen rápidamente si su acceso es por el hemocelo del intestino del insecto hospedero. La mejor especie de bacteria con mecanismo de infección y muerte de insecto sano son los formadores de *Bacillus*.

Para estas especies de bacteria, la hemolinfa de la larva del insecto es un excelente medio nutricional para que la bacteria prolifere y a la vez esporule los bacilos formadores de spora, entre los mejores grupo de bacteria existente se encuentra los genero *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus sphaericus* quienes producen prototoxina durante la esporulación. Esta proteína es depositada como cuerpo de exclusión y en caso se encuentra sobre la superficie de la spora (Aranson *et al.*, 1986).

Los *B. thuringiensis* son bacterias de forma cilíndrica, cerca de 30 billones de células de *B. thuringiensis* puede llegar a pesar una onza, se encuentran principalmente en el suelo, aunque a sido aislado de agua, de plantas y también insectos. Produciendo toxina especifica de insecto que son altamente efectiva para el control de insectos (Abbott Laboratories 1999).

La célula de *B. thuringiensis* al momento de la esporulación además formar endoespora, también produce cristales en forma de diamante. Este cristal contiene una toxina denominada delta-endotoxina, capaz de paralizar el intestino de la mayoría de larvas de Lepidopteros. La larva susceptible después de consumir cierta dosis de *B. thuringiensis* cesa su alimentación y muere o son debilitado en tal forma que la bacteria puede fácilmente invadir el hemocelo desde el intestino y producir septicemia letal (Andrews *et al.*, 1989).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción y Ubicación del estudio.

El estudio se dividió en tres etapas, realizándose las dos primeras en las instalaciones de laboratorio de Control Biológico de Crucífera (MIP- Hortaliza) de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el Km 12 ½ de la carretera Norte salida de Managua, capital de Nicaragua. La tercera etapa fue en el Departamento de Estelí, a unos 150 Kilómetros de distancia de Managua. En la comunidad La Almaciguera, finca "El Tisey" propiedad del productor Sr. Salvador Cerrato. Esta se ubica al Sur - Oeste de Estelí a 14 Kilómetros de distancia de la ciudad ruta Estanzuela - San Nicolás. La temperatura que predomina en la zona es de 18- 26 °C, una altura de 1200 - 1250 m.s.n.m.

Las tres etapas se resumen a continuación:

- a) Lo primero fue realizar un monitoreo de saneamiento (Cuarentena) al pie de cría del parasitoide *D. semicalusum* (Hellen) introducido desde Taiwan, que consistió en confinar e identificar, los insectos nacidos (adultos) de las pupas enviadas de Taiwan. Realizando esta actividad durante las tres primeras generaciones obtenidas del pie de cría, así también registrar el porcentaje de parasitismo, porcentaje de emergencia de los adultos y la relación hembra: macho.
- b) La segunda etapa consistió en la cría masiva del parasitoide, para obtener el ciclo de vida del insecto, manteniendo la evaluación del control de calidad del laboratorio (% de parasitismo, porcentaje de emergencia de los adultos y la relación hembra: macho). Al mismo tiempo se garantizaba material (pupas) para realizar liberaciones del parasitoide en el campo de repollo.

- c) Monitorear en campo de repollo el establecimiento e incidencia sobre larvas de *P. xylostella* (% de parasitismo) después de realizar liberaciones del parasitoide *D. semiclausum* (Hellen) en diferente etapas de crecimiento del cultivo.

4.2 Proceso de Importación y Saneamiento (Cuarentena) de parasitoides exótico de *Plutella xylostella*.

Para realizar un proceso de cuarentena es necesario cumplir con los siguientes pasos:

- ↪ Preparar las condiciones de laboratorio óptimas (T°, hR y asepsia) para la cría de los parasitoides teniendo con 60 días de anticipación alimento del hospedero, pie de cría del hospedero, material de limpieza y esterilización para todas las instalaciones que serán utilizada en el proceso.
- ↪ El suministro del parasitoide por un centro autorizado para su producción y multiplicación.
- ↪ Certificado de garantía que indique que los parasitoide estén libre de plaga y patógeno.
- ↪ Permiso de importación por el Ministerio de Agricultura o institución autorizada.
- ↪ Personal capacitado que ejecute el proceso de cuarentena así como la supervisión periódica del departamento de proceso cuarentenario del Ministerio de Agricultura

↳ Identificación y evaluación de al menos 3 generaciones del parasitoide para concluir la cuarentena supervisado por el Departamento de Entomología de la institución responsable.

4.3 Proceso de cría de *D. semiclausum* (Hellen) y su hospedero *P. xylostella* (Cresson).

La metodología utilizada es la planteada por Miranda *et al.*, (1999), para cría de parasitoides larvales de *P. xylostella*.

4.3.1 Metodología para el establecimiento del parasitoide *D. semiclausum*.

4.3.1.1 Establecimiento de plantas de repollo en invernadero.

Para establecer una cría de *P. xylostella* hospedero del parasitoide, es necesario la siembra de plantas de repollo, para alimentar sus larvas y reproducir el hospedero. Para lo anterior se establece un semillero y después trasplantar las plantas a maceteras de arcilla o plásticas.

4.3.1.2 Desinfección de semilleros.

El suelo utilizado en el semillero y llenado de macetera debe ser desinfectado. La desinfección consiste en colocar una porción de suelo dentro de un horno eléctrico durante 3 horas, con el fin de evitar el desarrollo de plantas enfermas por acción de patógenos de suelo.

4.3.1.3 Preparación de semilleros.

Para realizar los semilleros se utilizó charolas de germinación, estas son bandejas plásticas divididas en celdas diseñadas para el establecimiento de semilleros. Depositando una semilla por celda de la bandeja, aplicando agua hasta el momento de trasplante.

4.3.1.4 Trasplante y cuidado de las plantas de repollo.

El trasplante se realiza a los 25 días después de la siembra de los semilleros. Las plántulas se colocan en maceteras de arcilla conteniendo suelo esterilizado y son puesta en un invernadero o lugar seguro para evitar que puedan ocasionar algún daño a las plantas y evitando también la contaminación de agentes patógenos u otros insectos a las instalaciones del laboratorio de cría de parasitoides y *P. xylostella* al trasladar planta del invernadero. Las plantas son fertilizadas con Urea 46%, a los 8 días después del trasplante, y se le aplica riego, según la exigencia de la planta en cada estado de crecimiento hasta alcanzar el tamaño óptimo para ser utilizadas en los procesos de crianza dentro del laboratorio. El tamaño óptimo de las plantas es cuando presentan de 12 a 14 hojas verdaderas bien desarrolladas. Esta fase es de suma importancia ya que el aseguramiento de plantas es fundamental para el éxito de la crianza. Por lo que es necesario definir el número de plantas a utilizar durante un lapso de tiempo utilizando un itinerario de actividades.

4.3.2 Cría de *Plutella xylostella*.

Para la multiplicación de *D. semiclausum* es necesario mantener una cría de *P. xylostella*. Para este proceso es necesario realizar los siguientes pasos:

4.3.2.1 Preparación de la cámara de oviposición.

Para la construcción de la cámara de oviposición se necesita un recipiente plástico transparente con capacidad de 3 litros, con tapa plástica; A esta tapa se le realizan tres aberturas, en dos de ellas se colocan mallas para la ventilación de la cámara y en la abertura del centro se coloca un trozo de hule con un corte en cruz. A este último se colocan láminas de oviposición que describiremos más adelante.

4.3.2.2 Preparación de láminas de oviposición.

Al preparar las lamina de oviposición se debe cosechar hojas de repollo sanas y libres de insecticidas (del invernadero), se pesan 65 g. de las mismas, las cuales son licuadas en 500 ml de agua durante 2 minutos. Luego transfiere el jugo en un erlenmeyer de 200 ml y se introduce en autoclave a 120° C, 1.05 Kg./cm² durante 20 minutos. Posteriormente se filtra el jugo y con éste se remojan las cintas de aluminio de 15cm x 12 cm, las cuales se ponen a secar a temperatura ambiente. Finalmente se cortan las cintas de aluminio en pequeñas tiras de 2 cm x 10 cm (láminas de oviposición) y se almacenan en un refrigerador hasta su uso.

4.3.2.3 Preparación de alimento para adultos de *P. xylostella*.

Solución Natural: Esta es a partir de miel natural de abeja, se debe tomar en cuenta que la miel con que se realiza la solución debe ser 100% pura ya que ésta se disuelve con agua destilada hasta tener una solución al 10%, la solución debe estar homogénea.

4.3.2.4 Multiplicación de *P. xylostella*.

Se introducen de 200-300 pupas de *P. xylostella* dentro de la cámara de oviposición. También se introduce un recipiente que contenga solución de miel, colocando una tira absorbente (dando la apariencia de un mechero), de donde tomarán el alimento los insectos. Este material no debe representar un peligro para los insectos dentro de la cámara de oviposición. Luego se colocan las láminas de oviposición sujeta en una de las aberturas de la tapa de la cámara y se cierra. La cámara de oviposición debe colocarse en un lugar oscuro o taparse con un trozo de tela de color negro. Después de 24 horas se retiran las láminas de oviposición con huevos y se desinfectan introduciéndolas a una solución de formalina al 10% durante 30 minutos, agregue agua durante 15 minutos para limpiar formalina y finalmente secarlas al aire a temperatura ambiente.

4.3.3 Metodología utilizada en el proceso de crianza de *D. semiclausum* parasitoide larval de *P. xylostella*.

Para ser efectiva la crianza se hace necesario utilizar un laboratorio equipado con aire acondicionado, para controlar temperatura, humedad relativa y mantener al parasitoide libre de otros organismos que puedan causar algún

daño al proceso de reproducción y multiplicación. El parasitoide se cría en jaulas (50 x 50x 50 cm) forradas con malla de nylon fina con el fondo de plycem.

En una planta con 12-15 hojas se colocan cintas de oviposición y sobre las hojas más jóvenes, se inoculan aproximadamente de 300-500 huevos de *P. xylostella*. Cuando las larvas se encuentran en los instares 2 y 3 puede ser parasitadas por *D. semiclausum* (Hellen).

En una jaula de las mismas dimensiones se colocan entre 200-300 pupas del parasitoide *D. semiclausum*, Dentro de la jaula se colocan dos platos petri con algodón y se mojan con solución de miel al 10%, para que se alimente el adulto al emerger, se recomienda la utilización de miel ya que los parasitoides responde favorablemente a esta dieta; se debe cambiar esta solución cada 48 horas. Es recomendable colocar agua en un frasco con capacidad de 50ml con una cinta absorbente por donde suba el agua por capilaridad para que los parásitos tomen agua, esto les ayuda a la cópula.

Cuando el 80% de los parasitoides han emergido se debe colocar la planta con las larvas de *P. xylostella* en estado L2- L3 (300-500 larvas), se debe cubrir con papel de aluminio la parte superior de la maceteras donde se encuentra la planta para evitar el contacto de las larvas con la tierra, también se colocan hojas de repollo en el piso de la jaula para que las larvas se refugien en éstas ya que estas tratan de escapar del ataque de los parasitoides y éstos son capaces de encontrarlas en las hojas colocadas en el piso de la jaula; el cambio de plantas con larvas se realiza cada 48 horas.

Se coloca una cortina de tela negra en la puerta de la jaula para evitar el escape de los parásitos al momento de abrir la jaula (cambio de miel, planta con larvas, agua, etc.).

Cuando se realiza el cambio de planta, se transfiere esta planta a otra jaula donde se completará el desarrollo del hospedero y el parasitoide, también se colectan aquellas larvas que se encuentran en las hojas que están en el piso y las que están disgregadas en toda la jaula; en el proceso de desarrollo de las larvas hasta llegar al estado de pupa estas se siguen alimentando del follaje de repollo, lo que hace necesario suministrar más plantas hasta que lleguen a su estado de pupa, para efectuar el cambio de planta se cortan las hojas con larvas y se colocan sobre una nueva planta.

4.4 Datos de Control de Calidad de los Parasitoides en Laboratorio.

Para realizar la evaluación de control de calidad del parasitoide se utilizó la metodología de hojas de registro a partir de hojas de control de producción de los parasitoides, Obteniendo los datos de: % de parasitismo, % de emergencia de los parasitoide, relación hembra: macho (♀♂) y la biología del insecto.

4.4.1 Porcentaje de parasitismo.

El porcentaje de parasitismo, fue calculado a partir del uso de hojas de control de producción de los parasitoides, donde se registraba el número de pupas de parasitoides y de pupas de *P. xylostella* y a partir de estos datos se calculaba en % de parasitismo en cada planta expuesta, en cada generación y se realizó un promedio general por cada mes de producción (Brenes, 2000).

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Pupas del parasitoide}}{\text{N}^\circ \text{ de Pupas del parasitoide} + \text{pupas de } P. \text{ xylostella}} \times 100\%$$

4.4.2 Porcentaje de emergencia y Relación hembra: macho.

El porcentaje de emergencia se registró a partir de 200 pupas de parasitoides por generación, en un mes se registraron un promedio de 2 generaciones, se contabilizó el número de adultos parasitoides emergidos de las pupas, así mismo en estos adultos emergidos se observaba la relación hembra:macho (♀♂), observando la presencia del ovipositor en la hembra (Brenes, 2000).

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ del parasitoide emergidos en la muestra.}}{\text{N}^\circ \text{ del Parasitoide en la muestra}} \times 100\%$$

4.4.3 Regulación de las condiciones ambientales.

Se reguló la temperatura (°C) y humedad relativa (%), controlando las condiciones en el laboratorio por medio de aire acondicionado, en cada una de las salas de los parasitoides. Se llevó un control de estas en hojas realizando lecturas en un hidrotermómetro, realizando lecturas diarias, en horas de la mañana (9:00 a.m.), por la tarde (2:00 p.m.).

4.4.4 Biología del parasitoide y *P. xylostella*.

El ciclo biológico del parasitoide fue calculado a partir de una muestra de 200 larvas parasitadas, por cada generación, se registró la duración de desarrollo de los diferentes estados morfológicos del parasitoide, este es calculado a través de hojas de control.

El ciclo biológico del parasitoide es dividido en tres períodos, huevo-larva, pupas y adultos, donde la etapa de larva comprende desde el momento de oviposición por la hembra hasta el momento del inicio de pupa, el periodo pupal va de formación del cocón hasta la eclosión del adulto en el cocón y el período de adulto comprende desde la emergencia de él adulto hasta la muerte de éste, las observaciones se realizaron cada 24 hrs, durante todo el proceso de cría.

4.5 Liberaciones de *D. semiclausum* (Hellen) en campo de repollo.

Para la evaluación de *D. semiclausum* sobre *P. xylostella* en el campo se realizaron liberaciones de parasitoides en un área de repollo establecida en el departamento de Estelí durante la época de primera entre los meses de Junio - Agosto del 2000.

4.5.1 Establecimiento y Manejo del cultivo.

4.5.1.1 Preparación del semillero.

La primera actividad fue hacer semillero para asegurar las plantas en el campo. El semillero fue de 5 bancos de 1 metro de ancho por 10 de largo y 15 cm de alto. Se aplicó 1 libra de cal por metro cuadrado para evitar que se perdieran plantas a causa de la acción de patógenos de suelo, después se hizo surcos donde se depositaron la semilla del híbrido Izalco. Se aplicó riego dos veces al día por 30 días que se mantuvo el semillero.

4.5.1.2 Preparación del campo definitivo.

Primero se realizo una limpia manual en el área donde se colocaría el cultivo 15 días antes del trasplante. Se realizaron varios pases de arado para aflojar el

suelo, antes del trasplante del repollo del semillero se efectuó la arada definitiva.

4.5.1.3 Trasplante.

Al momento del trasplante se escogieron las mejores plantas (con buen desarrollo y sanas) del semillero sacando con cuidado las plántulas y trasladandolas al campo definitivo colocando cada planta a una distancia de 0.5 m entre planta y de surco a surco de 0.5 m para tener un total de plantas por hectárea de 40,000. Las plantas se colocaron al fondo del surco.

4.5.1.4 Fertilización.

Al momento del trasplante se aplicó fertilizante completo con la formulación 18-46-0 con una dosis de 6.00 quintales por manzana, la aplicación de éste fertilizante fue al fondo del surco. Una segunda aplicación de fertilizante fue a los 30 días después del trasplante con urea 46% con dosis de 4.00 quintales por manzana la aplicación de éste fertilizante se realizó al momento del primer aporque realizado.

4.5.1.5 Desmalezamiento y Aporque.

La limpieza del cultivo se realiza a los 30 días después de trasplante junto con la aplicación de urea y el aporque, una segunda limpia fue a los 50 días después del trasplante. Tanto la limpia como el aporque se realizaron con azadón.

4.5.1.6 Manejo fitosanitario.

Para el manejo de la Palomilla de Dorso de Diamante (*P. xylostella*) plaga principal del repollo fue se hicieron aplicaciones de insecticidas comercial microbiológico Dipel 6.4 WG© (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*), tomando en cuenta los niveles de daño económico (NDE) de 0.2 larvas / planta en época de primera en Estelí según (Díaz *et al.*, 1999). Para la aplicación se hicieron recuentos de larvas de *P. xylostella* promediado en 50 plantas muestreadas. Para el muestreo se tomaron cinco puntos al azar en el campo, en cada punto se revisaron 10 planta contabilizando el numero de larva presente en la planta totalizándola al final del recuento.

En el caso de enfermedades se realizaron las aplicaciones de productos fungicidas según lo que pudiera aplicar para su control, principalmente para *Sclerotium sclerotinia*.

4.6 Liberaciones de parasitoide y Evaluación de la incidencia en campo.

La metodología utilizada para la liberación de *D. semiclausum* es la planteada por (Pérez, 1999).

El traslado de pupas de *D. semiclausum* del laboratorio hacia el campo debe hacerse en un plato petri cerrado herméticamente con cinta de parafina, y este debe colocarse dentro de un termo con hielo, esto para evitar que los parásitos emergieran del cocon y pudiesen causarse algún daño.

Dentro del cultivo se colocan cámaras de liberación de parasitoides, que consisten en una taza de plástico con la tapa, sujeta a una estaca de madera a unos 75 cm de altura del suelo con cinta adhesiva. Dentro de la taza se

encuentra un recipiente de poroplás pegado con goma, conteniendo pupa de *D. semiclausum*. Es también necesario aislar la cámara de los insectos del suelo como arañas, hormiga que pudieran alimentarse de las pupas, esto se realiza aplicando una película de grasa al rededor de la estaca.

La incidencia de *D. semiclausum* fue evaluada mediante el porcentaje de parasitismo registrado en las larvas de *P. xylostella*. Este porcentaje se calcula a partir de recolecciones de larvas que se encuentren en el cultivo, es conveniente recolectar el mayor número de larvas posible para evitar aumentar los errores estadísticos. De la muestra se anota el numero pupas de *P. xylostella*, *D. insulare* y *D. semiclausum*, dividiendo después la cantidad de *D. semiclausum* entre el total de pupa encontradas de las tres especie.

Pupa de *D. semiclausum*

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{Pupa de } D. \textit{semiclausum}}{\text{Pupa de } D. \textit{insulare} + \text{Pupa de } D. \textit{semiclausum} + \text{Pupa de } P. \textit{xylostella}} \times 100\%$$

Debido a que el parasitoide nativo como el introducido se asemejan en todos los estado de desarrollo como huevo, larva y adulto fue necesario hacer una identificación de ambos insectos en estado adulto apoyándose con la clave de identificación propuesta por Cave, R. (1999) (Cuadro No 1). Donde señala que la diferencia se basa en la coloración de algunos de los miembros del cuerpo de los insectos.

Cuadro 1. Características de adultos de *Diadegma semiclausum* y *Diadegma insulare* según Cave (1999)

Hembra de <i>D. semiclausum</i> (Hellen)	Hembra de <i>D. insulare</i> (Cresson)
Escapo amarillo ventralmente (raramente pardo pálido).	Escapo negro ventralmente.
Metabasitarso: Pálido en basal 1/3 - 1/2, pardo pálido en apical 1/2-2/3.	Metabasitarso: Pálido en basal 1/8 - 1/10, pardo oscuro en apical 9/10- 7/8.
Metasoma con poco anaranjado.	Metasoma con anaranjado en T2 y T5
Base del metafemur oscura, aunque a veces no muy distintamente.	Base del metafemur ventralmente no oscura, o casi indistintamente oscuro.

¹ Comunicación personal, Dr. Ronald Cave, Departamento de Protección Vegetal Zamorano.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Resultado del proceso de cuarentena realizado al parasitoide *Diadegma semiclausum* (Hellen) en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria.

A todos los insectos en estado adulto del pie de cría de *D. semiclausum* se le realizó una identificación, comprobándose que sólo existían insectos de una misma especie (*D. semiclausum*). También se identificó a cada individuo perteneciente a las generaciones bajo cuarentena (1, 2 y 3), no encontrado evidencia de un posible insecto atípico durante el estudio.

Cuadro N° 2. Porcentaje de parasitismo, porcentaje de emergencia y Relación hembra:macho del parasitoide *Diadegma semiclausum* registrado en cada generación bajo cuarentena, Universidad Nacional Agraria. (Agosto.- Noviembre, 1999).

Generación	% de parasitismo	% de emergencia	Relación H:M	T°	HR
Pie de cría	-	56	1:7	21 °C	58 %
1	11.54	79	2:3	21 °C	58 %
2	80	85	1:2	21 °C	58 %
3	76	90	2:3	21 °C	58 %

La temperatura promedio fue de 21°C, junto a una humedad relativa fue de 58% manteniéndose estos valores durante el proceso de cuarentena y la cría masiva del parasitoide evaluado (Cuadro N° 1). La adaptación de *D. semiclausum* a las condiciones de laboratorio en etapa de cuarentena es satisfactorio al encontrar que la relación entre hembra : macho, pasa de 1:7 del

pie de cría inicial hasta un promedio 1:2 en las tres generaciones evaluada. se presenta una serie de variable que ayudaron a valorar la etapa de cuarentena, el % de parasitismo de la primera generación registro 11.54 %, aumentando el % en la 2da. y 3er. generación con 80 % y 76 % respectivamente.

Otra variable importante fue el % de emergencia de adulto de las pupas, registrado en cada generación evaluada dando una visión del manejo del material (*D. semiclausum*),él % registrado del pie de cría inicial fue de 56%, en las generaciones 1, 2 y 3 se mejoran al alcanzar promedio de 85% hasta 90 % de emergencia.

Lal, (1991) atribuye que la diferencia en proporción de hembra:macho esta influenciada por los cambios bruscos de temperatura a que este expuesto un organismo. Yang *et al.*, (1993) hace mención que el período de desarrollo de los distintos estados del parasitoide y la relación entre sexo esta influenciada por los rangos de temperatura de 15 °C a 30 °C, presentando un mejor equilibrio de variable entre los 15 °C y 25 °C. a temperatura de 30 °C la producción de macho es mayor que las hembras.

Al finalizar la tercera generación del parasitoide *D. semiclausum*, se realizo la inspección de los responsables de supervisión de cuarentena del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), y del Departamento Cuarentena del Aeropuerto de Managua, donde se acordó que existía suficiente evidencia de la inocuidad del parasitoide y no representaban un peligro para el ecosistema y la salud humana. Otorgando el certificado de liberación del proceso de cuarentena, para ser evaluado en investigaciones realizadas en el campo.

5.2 Ciclo biológico del parasitoide *D. semiclausum* (Hellen) en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria.

CUADRO N° 3. Ciclo biológico de *D. semiclausum* (Hellen) de cada generación evaluada en laboratorio de control biológico de crucíferas (MIP/HORTALIZA) 2000 comparado con resultado obtenido en Asia Vegetable Research and Development Center (AVRDC) 1998.

Inicio de Generación ¹	Huevo – Larva	Pupa	Adulto	Total (Días)
15/08/99	9.31	5.60	20.0	34.91
06/09/99	9.00	5.80	22.0	36.8
07/10/99	10.70	6.00	15.0	31.7
09/11/99	9.20	5.60	14.10	28.90
08/12/99	10.60	6.10	13.20	29.90
05/01/00	11.00	5.70	13.20	29.90
07/02/00	10.60	5.40	15.60	31.60
09/03/00	10.56	5.90	16.10	32.56
06/04/00	10.41	5.80	14.30	30.51
Promedio General	10.15±0.758	5.72±0.217	14.83±3.222	31.86±2.5
Ciclo biológico según Dr. Talekar & Mei-Ying Lin 1998.	6.8	6	25	37.8

En el cuadro No. 3 se encuentra la biología de cada generación obtenida a partir del pie de cría. La primera generación obtenida se inicia el 15 de Agosto de 1999 presentando diferencias entre los periodo de las fases de vida, en estado de huevo- larva transcurrió un promedio de 9.31 días, pasando después al estado de pupa durante 5.6 días, el estado adulto los transcurrió en 20 días,

¹ Las generaciones iniciada las fecha 15/08, 06/09y 07/10 de 1999 corresponden al periodo de cuarentena.

cerrando el ciclo de vida total de 34.91 días. La segunda generación presenta una ligera diferencia en la fase adulta logrando pasar un periodo de 22 días, para un ciclo de 36.86 días.

A partir de la tercera generación se inicia una diferencia en el comportamiento biológico a las condiciones del laboratorio donde se incrementa los días en la etapa de huevo- larva en 10.70 días y reduciéndose en la fase adulta hasta en 15 días. En la cuarta generación, las primera dos fases del ciclo de *D. semiclausum* se asemejan a la primera generación manteniendo una diferencia en el periodo de adulto con 14.10 días. Las generaciones quinta y sexta presenta la misma duración del ciclo de vida con 29.90 días, variando ligeramente en las fases huevo - larva y pupa.

En las generaciones siete, ocho y nueve el ciclo de vida de *D. semiclausum* fueron de 31.60, 32.56 y 30.51 días respectivamente; haciendo un promedio de cada una de la biología encontradas en las generaciones evaluada, se obtiene que este parasitoide pasa un periodo de 10.15 días en fase de huevo- larva, en pupa fue de 5.72 y adulto de 14.83 días cerrando el ciclo de vida en 31.68 días, realizando una comparación con la biología que reporta (Talekar & Mei-Ying Lin 1998) las diferencias se enmarcan principalmente en las fases de huevo- larva y mayormente en estado adulto.

Rivera *et al.* (1993) encontró promedio de 8.98, 8.22, 18.64 días en lo periodo de desarrollo de huevo - larva, pupa y adulto respectivamente a una temperatura entre 23-32 °C y una humedad relativa 54-84 %. Talekar *et al.* (1992) señala que el desarrollo del parasitoide *D. semiclausum* depende mucho sí éste se encuentra en ambiente que mantenga una temperatura entre 18-24°C.

Voukossovitch, (1927) con un promedio de temperatura de 21 °C obtuvo promedio de estado de pupa 7-9 días y en adulto 18 días. Vos, (1953) con temperatura entre 16-25 °C menciona que los adultos pueden vivir entre 18-25 días. Ooi, (1980) encontró que el periodo de Huevo - larva puede durar de 6.5-10 días, las pupas entre 6-9 días y los adultos señala con respecto a los machos vivían un promedio de 40 días y las hembras 71 días. Happe *et al.* (1988) con un promedio de temperatura de 20 °C -25 °C los adultos de *D. semiclausum* pueden sobrevivir un periodo de 22.3 días las hembras y 16 días los machos, las hembras pueden ovipositar 780 huevo cada una. Yang, (1992) reporta los periodos de Huevo-larva con 6.8 días y 8.23 días en periodo de pupa a una temperatura promedio de 25 °C.

5.3 Porcentajes de parasitismo de *D. semiclausum* (Hellen) sobre *P. xylostella* (L.) en el periodo de cría masiva.

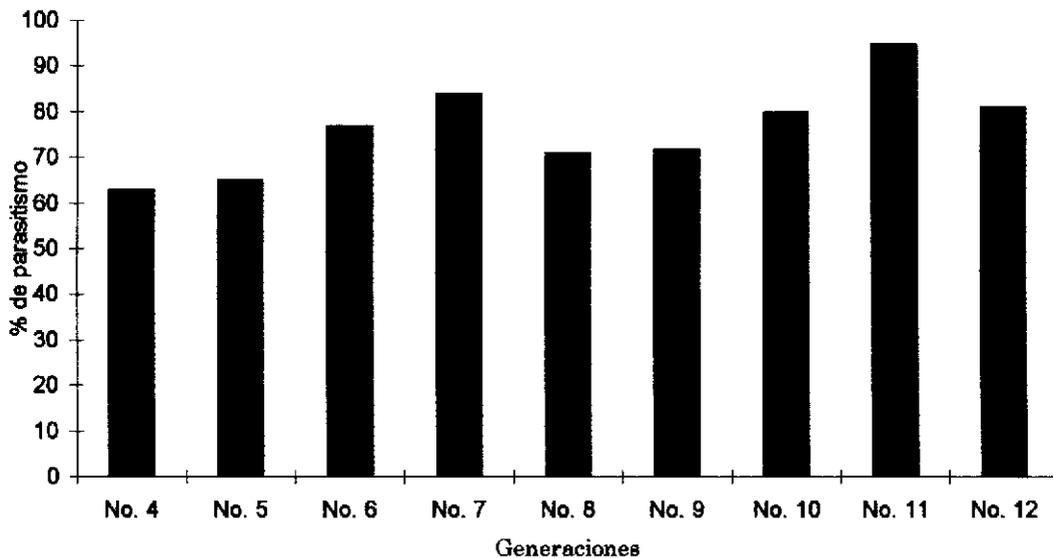


Figura No 1. Porcentajes de parasitismo de *Diadegma semiclausum* (Hellen), una vez finalizado el periodo de cuarentena e iniciando el periodo producción masiva en Laboratorio (MIP-HORTALIZA) 2000.

En la cuarta y quinta generación *D. semiclausum* presenta porcentaje de parasitismo ligeramente bajos con un 63 % y 65 % respectivamente (Fig. 1), recuperando y aumentando el % de parasitismo en la sexta generación con un promedio de 77 % sobre *P. xylostella*. A partir de la séptima generación inicia a alcanzar los más altos % de parasitismo en contra de *P. xylostella* promediando junto a las generaciones 8 y 9 un 81 % de parasitismo. Srinivasan *et al.* (1995) asocia un alto porcentaje de parasitismo con el numero de insectos presente en una jaula y también que se mantenga una relación 1:1 de hembra y macho de la generación.

Entre las generaciones 10, 11 y 12 el porcentaje de parasitismo se mueve entre los valores de 80 y 95 %, obteniendo un promedio de 86 %. Hay que tomara en cuenta que este comportamiento no solo depende de las variables ambientales sino también es una respuesta a una serie de factores como lo pone en evidencia (Yang *et al.*, 1994) mencionando que el número de larva de *P. xylostella* parasitadas por *D. semiclausum* incrementa proporcionalmente junto al aumento gradual en la densidad de hospedero expuesto, presentando una correlación altamente significativa entre la densidad del hospedero y el numero de larva parasitadas. Para mantener una cría de parasitoide es necesario poder controlar el mayor número de factores que se relacionan con el desarrollo biológico de una especie en cautiverio.

5.4 Liberaciones de *D. semiclausum*(Hellen) y Estimación del establecimiento en el cultivo de repollo en época de primera 2000, Estelí.

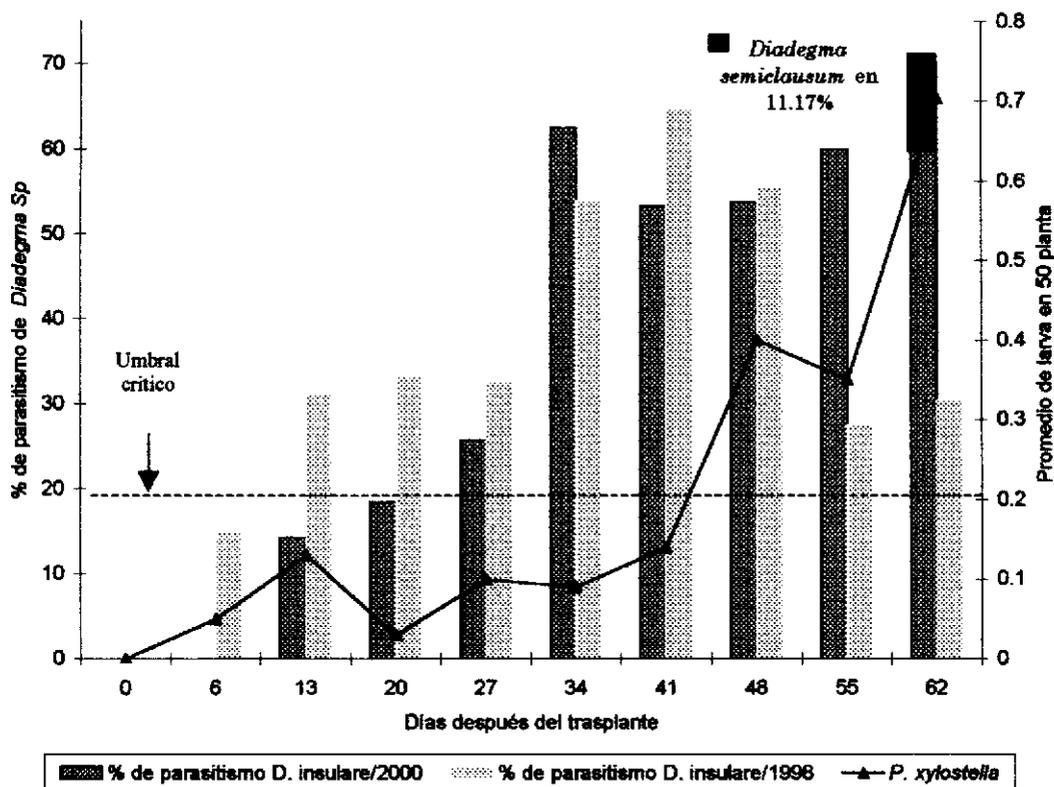


Figura No. 2. Dinámica poblacional de larvas de *Plutella xylostella* y porcentajes de parasitismo registrado en época de primera del 2000, comparado con datos de primera de 1998 (Brenes, 2000) en el cultivo de repollo, El Tisey, Estelí.

En la figura No. 2. Se observa que la incidencia de *P. xylostella* inicia a partir de los 6 días después de trasplante (DDT) con un promedio de 0.05 larva / planta. Durante todo el período crítico de desarrollo del cultivo hasta el inicio del periodo de llenado de cabeza, los promedios de larvas registrado se mantuvieron por debajo de umbral económico (0.2 larva por planta), para

B. thuringiensis, los tres últimos recuento registrados sobre pasan el umbral económico, presentando su mayor valor a los 73 DDT con un promedio de 0.7 larva /planta.

El porcentaje de parasitismo de *D. insulare* en contra de *P. xylostella* se inicia a los 16 DDT con un valor de 15% de parasitismo aumentando lentamente en los siguientes 15 días, comparado con los registrados en 1998 por (Brenes, 2000) se observa una diferencia en la fecha de inicio presentándose a los 9 DDT. A los 37 DDT se inicia el período de formación de cabeza encontrando que los porcentajes de parasitismo se mantuvieron entre 50-60%, expresando su máximo valor en esa misma fecha (37 DDT) con un promedio de 62 %, registrando un promedio general de 42,2 % hasta el momento de realizar la cosecha.

Se realizaron tres liberaciones de *D. semiclausum* en el campo, a los 23, 37 y 57 DDT, llegando a liberar un aproximado de 2500 pupa por Ha, los % de emergencia de las pupas del parasitoide fue de un promedio de 85% en todas las liberaciones realizada. La identificación entre *D. insulare* y *D. semiclausum* inicia a los 15 días después de la primera liberación apoyado por la clave propuesta por Cave(1999), no sé encontró evidencia de combinaciones entre ambas especies durante todo el estudio. Castelo (1999), evaluó el comportamiento reproductivo de ambas especie, encontrando que solo hembras de *D. insulare* se aparean con machos de *D. semiclausum* reproduciendo progenie fértil, concluyendo que los dos parasitoide pertenecen a una misma especie separándose en subespecie en algún momento en el tiempo presentando diferencia en solo coloración de algunas parte del insecto debido al desarrollo de esto en condiciones ambientales diferentes.

En la mayoría de los porcentajes de parasitismo encontrado sobre *P. xylostella* lo ejercía el parasitoide nativo *D. insulare*, sin embargo en la última semana de desarrollo del cultivo se registro un promedio de 11.17% de parasitismo de parte de *D. semiclausum* y un 59 % de *D. insulare*, logrando un alcanzar un porcentaje de parasitismo total de 70 %.

La incorporación de un agente más de control de *P. xylostella* puede ser ventajosa para su manejo en el futuro al presentarse en ligero aumento en el promedio general de parasitismo de un 42.17 de solo *D. insulare* hasta un 44.35 % asociado ambos parasitoides. Talekar *et al.* (1992) al realizar tres liberaciones de *D. semiclausum* en localidades diferentes en Taiwan encontró que solo en dos de ellas se hizo notar el porcentaje de parasitismo del parasitoide introducido con valores de 4.5-7.6%. Aumentando a 40 % el porcentaje de parasitismo un año después de la liberación, junto con el parasitoide nativo de la región (*Cotesia plutellae*), a una altura de 700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y en la otra zona a una altura 1700 m.s.n.m registro hasta un 75% de parasitismo combinado de ambas especies en el momento del estudio.

Al introducir *D. semiclausum* a Filipina como herramienta de control biológico combinado con *B. thuringiensis* logro alcanzar porcentaje de un 95 % asociado con el parasitoide nativo, iniciando su acción desde los primero 15 DDT (Poelking, 1992), un año después de liberar en Nueva Zelanda se encontraron pupas de *D. semiclausum* en islas alrededor del punto inicial de liberalización (Muggeridge, 1939).

VI. CONCLUSIONES

- El parasitoide *D. semiclausum* (Hellen) procedente de Taiwan logro establecerse bajo condiciones de laboratorio en Nicaragua, no encontrándose ningún insecto atípico potencialmente peligroso para el ecosistema.
- La biología que presento *D. semiclausum* (Hellen) en el laboratorio fue de 10.15 días en etapa de huevo-larva; 5.72 días en pupa y 14.83 días en etapa de adulto, completando un ciclo de vida de 31.68 días a una temperatura de 21 °C.
- El porcentaje de parasitismo de *D. semiclausum* (Hellen) sobre *P. xylostella* (L.) en condiciones de laboratorio logro alcanzar un 90%.
- Las liberaciones de *D. semiclausum* (Hellen) en campo de repollo, incremento el porcentaje de parasitismo en un 70 % sobre *P. xylostella*, aportando un 11 % el parasitoide introducido.
- El uso de *Bacillus thuringiensis* es compatible con las tácticas de manejo integrado utilizadas para el control de *P. xylostella* reduciendo el riesgo de contaminación para el hombre y el medio ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar una tabla de vida al parasitoide *D. semiclausum* (Hellen) para una evaluación más rigurosa en la reproducción masiva en laboratorio.

- Seria conveniente realizar cruces entre *D. insulare* (Cresson) y *D. semiclausum* (Hellen), para poder observar si se obtiene progenie fértil y poder evaluarla en laboratorio si esta existiera.

- Es necesario continuar un monitoreo de este parasitoide en la zona de liberación, para valorar con mayor eficiencia la incidencia de *D. semiclausum* (Hellen) en contra de *P. xylostella*.

- Es necesario establecer un programa de capacitación sobre el uso de parasitoide para el manejo de *Plutella xylostella* dirigido a los productores de hortaliza.

VI BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT LABORATORIES. 1999. Bts... Componentes básico del control moderno de plagas. PRODUCTORES DE HORTALIZA PARA CENTROAMERICA (México) No. 1 : 25-32.
- ANDREWS, K. 1984. Principales Plagas de las Crucíferas en Honduras. Proyecto Manejo Integrado de Plagas (MIP- EAP).
- ANDREWS, K. Y J. R. QUEZADA 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica. p 213.
- ARONSON, A. I., W. BECKMAN AND P. DUNN. 1986. *Bacillus thuringiensis* and Related Insect Pathogens. MICROBIOLOGICAL REVIEWS Vol. 50, No. 1. p. 1-24.
- BRENES, J. 2000. Cría Masiva y Liberación de Parasitoides de *Plutella xylostella* L. y su Manejo a través de *Bacillus thuringiensis* en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en tres épocas de siembra. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. p. 52.
- CARRILLO, M. 1997. Metodología de cría semiartesanal de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: *Chrysopae*) y su liberación en campo de repollo para el control de *Plutella xylostella* (L). Tesis Ing. Agr. en el grado académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras.

- CASTELO, M. 1999. Biología reproductiva y Análisis electroforético de *Diadegma insulare* y *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Tesis Ing. Agr. en el grado académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras.
- CATIE. 1999. Manejo Integrado de Plagas del cultivo de repollo. Managua. (Nicaragua) Manual Técnico No. 38 p. 22-24.
- CAVE, R. D. 1995 (a). Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana. El zamorano. Honduras. p 187.
- CAVE, R. D. 1995 (b). Manual para el reconocimiento de Parasitoides de plagas agrícolas en América Central. 1ra ed. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic press. p. 66.
- DIAZ, J.; GUHARAY, F.; MIRANDA, F. MOLINA, J.; ZAMORA, M.; & ZELEDON, R. 1999. Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de repollo. Serie Técnica. Manual Técnico N°. 38. P. 10, 30
- GÓMEZ, C. 1992. Evaluación de productos botánicos y biológicos para el control de plagas defoliadoras en el cultivo del repollo (*Brassica oleraceae*) híbrido Izalco. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- HAPPE, M., K. KIRCHOFF, G. WASSENEGGER-WITTLICH AND G. MADEL. 1988. The biology of the parasitic wasp *Diadegma semiclausum* Hellen (Hym., Ich.) and its host *Plutella xylostella* Curtis (Lep., Ypon.) IN: Entomol. 6: 146-149.

- HUIS, A. V. 1990. Intregrated management of insect pest in tropical crops. Tropical Entomology Vo. 1 Wageningen Agricultural University. p 4-77.
- HRUSKA, A. J.; H. N. VANEGAS, & C. J. PÉREZ. 1997. La resistencia de plagas agrícolas a insecticidas en Nicaragua: Causas, situación actual y Manejo. Proyecto de cuantificación de resistencia en plagas agrícolas en Nicaragua. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. p 14 (publicación DPV N° 657).
- INTA. 1999. Cultivo de repollo. Guía Tecnológica 23. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, p.42.
- LAL, S. N. 1991. Control of Diamondback moth in Fiji. In *Plutella Newsletter* 1991 . pp. 9-10.
- LIM, G. S. 1982. The biology and effects of Parasites on the Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L). Ph.D. Thesis University of London In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 180. publication 85-229.
- LOPEZ, C. 1996. Potogenicidad y virulencia de 12 aislado de *Beauveria bassiana* (Bals & Vuils) sobre *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: *Plutellidea*). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

- MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL (MAGFOR). 1998. Agricultura & Desarrollo. El repollo nacional, el más barato de Centroamérica. N°4 Nov-Dic. p 20.
- MIRANDA, F; BRENES, J; PEREZ, H. 1999. Crianza y estudio de parasitoide para el control biológico de la palomilla del Repollo (*Plutella xylostella* L.). Universidad Nacional Agraria.
- MUGGERIDGE, J. 1939. Parasitic control of pest with white butterfly and diamondback moth New Zealand In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuán. Taiwan. p. 177. publication 85-229.
- METCALF, C. L. Y W. P. FLINT. 1972. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. 4ta ed. Compañía Editorial Continental, S.A. México D. F., México. p 51.
- MOLINA, J. 1999. Liberación de los parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae*, de la palomilla del dorso de diamante en campo Nicaragua. Informe 1998 - 1999. Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Centra, Panamá y República Dominicana (RECAHOR). San José C. R. p 173 - 177.
- PEREZ, H. 1999. Cría y liberación del Parasitoide *Diadegma insulare* (Cresson) de la palomilla del repollo (*Plutella xylostella* L.) dentro de un contexto de MIP. Tesis Ing. Agr. Managua- Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. p 24 - 31.

- POELKING, A. 1992. Diamondback Moth in the Phillipines and its control with *Diadegma semiclausum*. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p271. Publication N° 92-368.
- RIVERA, N .R.; SALAZAR, P. B. 1993. Laboratory study on the biology of *Diadegma semiclausum* Hellen and semifield evaluation on its effectiveness for the biological control of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L) on cabbage. In CD. Agris 1995. International information System for Agricultural Sciences and Tecnology. AN: 94-004640 .
- RIOS, M. 1994. Evaluación de productos botánicos y biológicos para el control de *Plutella xylostella* en el cultivo de repollo (*Brassica oleraceae*) híbrido Izalco en época de Apante. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- RODRÍGUEZ, M. 2000. Efecto de concentraciones de aceite de algodón sobre la viabilidad, patogenicidad, estabilidad de la cepa CB-32 de *Beauveria bassiana* (Bals & Vuils). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. p 32.
- SAUNDERS, J.; COTO, D. Y KING, A. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. 2a ed. Turrialba, Costa Rica: CATIE. p 74.
- SCHOLAEN, S. 1997. Manejo Integrado de Plagas Hortícola. Manual para extensionistas. Tegucigalpa, honduras. p 26-27.

- SRINIVASAN, K., P. N. KRISHNA MOORTHY AND S. DEVI. 1995. Parasitism and progeny sex ratio of *Diadegma semiclausum* Hellen- a larval parasitoid of diamondback moth. In. PEST MANAGEMENT IN HORTICULTURAL ECOSYSTEMS. Vol. 1. No. 1. Pp9-13.
- TALEKAR, N. S.; J. C. YANG & S. T. LEE. 1992. Introduction of *Diadegma semiclausum* to control diamondback moth in Taiwan. In: Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceeding of the second International workshop. N. S. Talekar, Editor. Asian Vegetable Research and Development Center. Tainan, Taiwan (10-14 December 1990). p263. Publication N° 92-368.
- TALEKAR, N. S. & MEI-YING LIN. 1998. Training manual on IPM of Diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Shanhua, Tainan, Taiwan. publication N° 98-472 p 66.
- OOI, P. A. C. 1980. Laboratory studies of *Diadegma cerophagas* (Hymenoptera: Ichneumonidae) a parasite introduced to control *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Hyponomeutidae) In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 180. publication 85-229.

- VOS, H. C. C. A. A. 1953. Introduction in Indonesia of *Angitia cerophaga* (Grav) a parasite of *Plutella maculipennis* (Curt) In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 200. publication 85-229.
- VUOKASSOVITCH, P. 1927. Biological observation on the parasite of *Plutella maculipennis* Curtis. (Lepidoptera: *Plutellidae*) In: Talekar, N.S; Lee, S.F; Chen, B.S y Sun, L.Y (compilers) 1985. Annotated Bibliography of diamondback moth. Asian Vegetable Research and Development Center (AVDRC). Schanhuan. Taiwan. p. 201. publication 85-229.
- YANG, J. C. 1992. The biological characteristics of *Diadegma semiclausum* (Hellen) and parasitism on diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). Ph. D. Thesis, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 142 pp IN: Chinese with English summary.
- YANG, J. C., YAU-I CHU & NARAYAN S. TALEKAR. 1993. Biological Studies of *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae), a parasite of Diamonback moth. In.: ENTOMOPHAGA. 38(4): 579-586.
- YANG, J. C., YAU-I CHU & NARAYAN S. TALEKAR. 1994. Studies on the characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) by a larval parasite *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae). In.: ENTOMOPHAGA. 39(3/4): 397-406.

Anexos



GOBIERNO DE NICARAGUA
MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL
DIRECCION DE CUARENTENA AGROPECUARIA
Managua, Nicaragua
CV-LSG-00021/11/02/2000

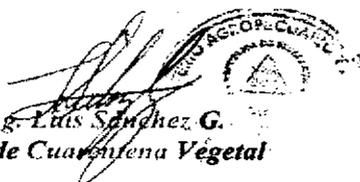


Managua, 11 de Febrero del 2000

*Escuela de Sanidad Vegetal
Universidad Nacional Agraria*

*Por este medio, me permito notificar a usted que Cuarentena Vegetal de la DGPSA/MAG-FOR, procede a dejar sin efecto la retención establecida al parasitoide *Diadegma semiclausum* (Hellen) de la palomilla del Dorso de Diamante (*Plutella xylostella*) durante su proceso de reproducción de 3 generaciones en los Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria en el periodo Agosto - Diciembre de 1999.*

La decisión de levantar la cuarentena se fundamenta en los resultados alcanzados a la fecha con respecto al comportamiento del parasitoide en sus fases reproductivas y cumplimiento de los requisitos fitosanitarios y cuarentenarios en dichos Laboratorios, por tales razones el producto biológico queda liberado, para que procedan a utilizarlo para los fines correspondientes.


Ing. Luis Sánchez G.
Jefe de Cuarentena Vegetal

Ing. Jorge Góngora G.
 Lic. Lorena Jarquín
 Archivo / Cronológico

Director de Cuarentena Agropecuaria
Jefe de C.N.D.F.

Km. 3 ½ Carretera a Masaya, Contiguo a "Restaurante Los Gauchos" Tel : 2781731 Fax: 2784238

Anexo No.2. Certificado de levantamiento del proceso de cuarentena al parasitoide *D. semiclausum* después de haber cumplido con los requerimientos necesarios de sanidad.



REPUBLICA DE NICARAGUA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DIRECCION GENERAL DE PROTECCION Y SANIDAD AGROPECUARIA
UNIDAD NACIONAL DE CUARENTENA AGROPECUARIA

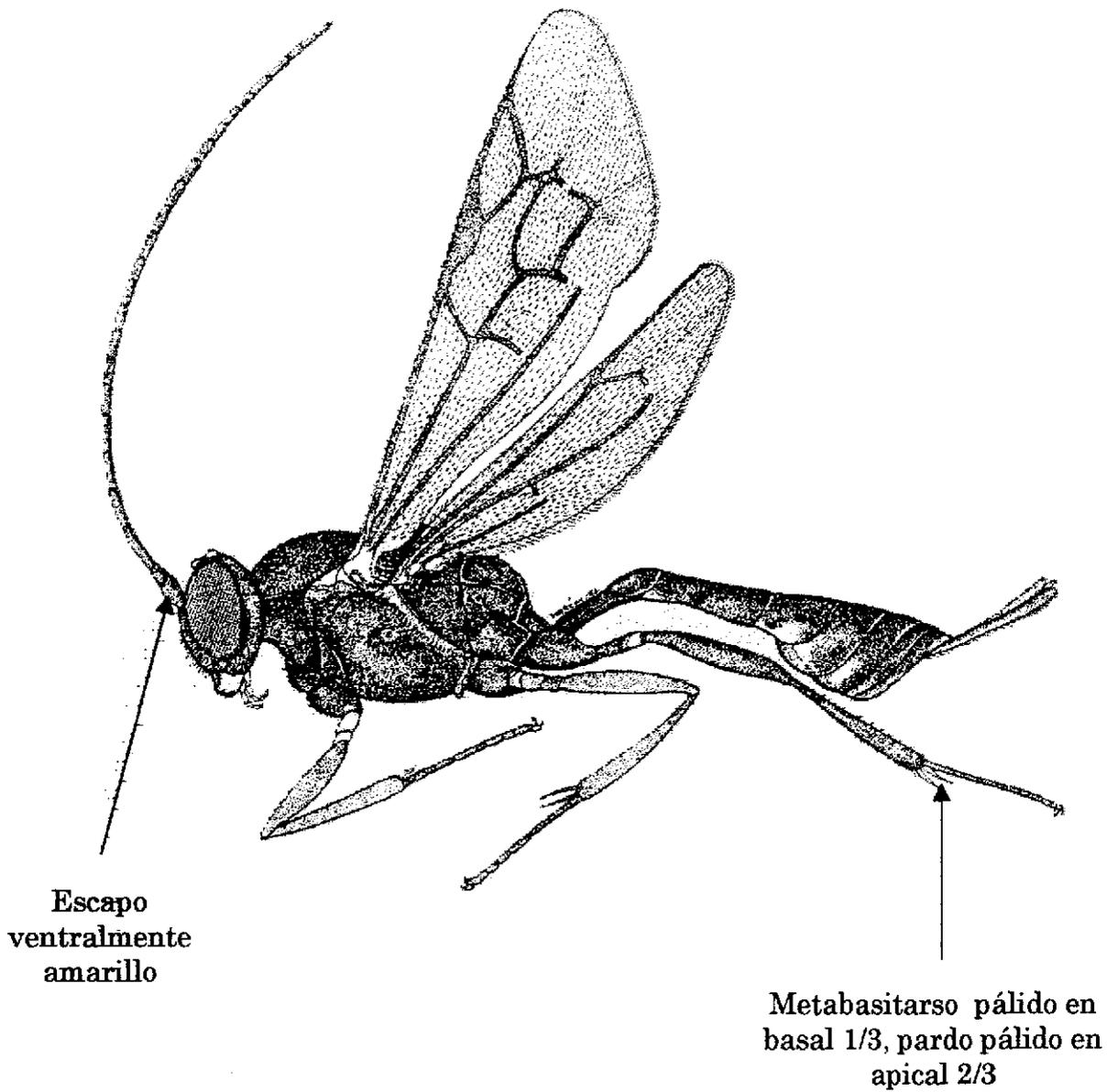
FORMA -03-96-UNCA

PERMISO DE IMPORTACION

No. 0026637

Fecha de Emisión	06/08/1999	Lugar de Emisión	MANAGUA												
Nombre y Dirección del Importador	UNIVERSIDAD NACIONAL SANIDAD VEGETAL KM.12.1/2 CARRT. Telf 263-2609	Nombre y Dirección del Exportador	ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER SHANHUA Telf												
El Suscrito Delegado de la Unidad Nacional de Cuarentena Agropecuaria, autoriza la introducción al país, procedente de:		con origen de:													
TAIWAN		TAIWAN													
El producto que a continuación se detalla: 200.00 Unidades de PUPAS de PARASITOIDE de "ULTIMA LINEA"															
a ingresar por: AEROPUERTO															
Los requisitos Fito/Zoosanitarios que esta importación deberá cumplir son los siguientes:															
1.- Debe ser inspeccionado en el Puesto de entrada															
2.- Debe venir libre de plagas y enfermedades															
3.- Debe presentar Certificado de origen															
4.- Debe presentar Certificado Fito/Zoosanitario Oficial del país de origen que indique:															
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Ministerio de Agricultura y Ganadería</td> </tr> <tr> <td colspan="2">UNICA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ENTRADA</td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>12/08/99</td> </tr> <tr> <td>Inspección:</td> <td>Silvia Hernández</td> </tr> <tr> <td>Puesto:</td> <td>AEROPUERTO</td> </tr> </table>				Ministerio de Agricultura y Ganadería		UNICA		ENTRADA		Fecha:	12/08/99	Inspección:	Silvia Hernández	Puesto:	AEROPUERTO
Ministerio de Agricultura y Ganadería															
UNICA															
ENTRADA															
Fecha:	12/08/99														
Inspección:	Silvia Hernández														
Puesto:	AEROPUERTO														
Observaciones: Diadegma Semiclausum. Plagas por Muestras sin ver. Muestras fines de cuarentena. oficial de caja N.º. 0019567.															
Este permiso tiene validez por un solo embarque y por el término de treinta días.															
ING. MARLENE VARGAS ASISTENTE CUARENTENA VEGETAL Nombre y Cargo del Funcionario UNCA		Firma y Sello Funcionario UNCA													

Anexo No. 1. Certificado de permiso de importación del parasitoide Diadegma semiclausum (Hellen) proveniente de Taiwan a Nicaragua.



Anexo No. 4. Estructuras del cuerpo de *D. semiclausum* que se utilizaron como guía para identificar durante el proceso de cuarentena y en la evaluación en el campo.