

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 *D. insulare* (Cresson) con un 59 % y un 11 % de parasitismo del parasitoide introducido *D. semiclausum*.

Palabras clave: Parasitoide, *Diadegma semiclausum*, *Plutella xylostella*.

El Repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) altamente consumida como hortaliza fresca por la población Nicaragüense, presenta serios problemas fitosanitarios de plagas y enfermedades, siendo la Palomilla Dorso de Diamante (*Plutella xylostella* L) la plaga qumayor problema ocasiona, encontrándose desde los 20 días después del trasplante. El manejo tradicional por los productores es hacer aplicaciones de insecticidas químicos, para reducir las poblaciones del insecto (CATIE, 1999). Se han buscado alternativas de manejo que permitan disminuir los riesgos de aumento de resistencia a plaguicidas y de contaminación ambiental. El aumento de enemigos naturales es una alternativa inocua, la crianza y liberación tanto de parasitoides, como depredadores es una táctica de control biológico que provee mayor beneficio sobre el manejo químico, además evita la residualidad de insecticidas en los productos de consumo, así como la conservación de los enemigos naturales (Carrillo, 1997). *Diadegma semiclausum* (Hellen), orden: Hymenoptera, Fam: Ichneumonida, también conocida como *Diadegma cerophaga* (Ooig, 1980), *D. eucerothaga* (Lim, 1982), es probablemente el más eficiente parasitoides de *P. xylostella* en Europa, es un endoparásito solitario que sobrevive mejor en clima de temperatura bajas (Talekar & Mei-Ying-Lin, 1998).

Con el objetivo de introducir *D. semiclausum* a campos de repollo en Nicaragua, se realizó un estudio en el laboratorio de control biológico de Crucífera de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ de la carretera Norte y en el Departamento de Estelí, a 150 kilómetros de distancia de Managua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación del pie de cría del parasitoide *D. semicalusum*, se identificaron todos los insectos nacidos (adultos) de las pupas traídas de Taiwán, haciendo lo mismo durante las tres primeras generaciones, así también se registro el porcentaje de parasitismo, porcentaje de emergencia y la relación hembra:macho, obteniendo el ciclo de vida del parasitoide en condiciones de laboratorio.

insularis Cressin), was 59% compared with parasitism of parasitoid introduced *D. semiclausum* (Hellen) that was 11%

Evaluación de incidencia sobre el hospedero *P. xylostella* en condiciones de campo, se liberaron parasitoides sobre cultivos de repollo, para conocer el porcentaje de parasitismo.

La metodología de cría de *D. semiclausum* y su hospedero *P. xylostella* fue la planteada por Miranda *et al*: (1999). Establecimiento de plantas de repollo en invernadero, trasplante y cuidado de las plantas de repollo y cría de *Plutella xylostella*. (Preparación de la cámara de oviposición, preparación de láminas de oviposición, multiplicación de *P. xylostella*).

Metodología utilizada en el proceso de crianza de *D. semiclausum*. Para la multiplicación del parasitoide se utilizó un laboratorio equipado con aire acondicionado, para controlar temperatura, humedad relativa y proteger al insecto durante el proceso de reproducción y multiplicación. Utilizando jaulas (50 x 50 x 50 cm) forradas con malla de nylon, colocadas sobre una mesa. Las plantas de repollo conteniendo lavas de *P. xylostella* de tamaños de L2 – L3 listas para ser parasitadas. En la jaula se introdujeron cerca de 300 pupas del parasitoide *D. semiclausum*, garantizando la alimentación (jugo de miel 10 % y agua) y las plantas de repollo con las larvas. Las plantas fueron reemplazadas por otras no parasitadas. Las plantas con larvas parasitadas se le dieron seguimiento atendiendo la necesidad de alimentación de las larvas, hasta alcanzar la etapa de pupas, aplicando en ese momento los parámetros de Control de Calidad de los Parasitoides.

Porcentaje de parasitismo. El porcentaje de parasitismo, fue calculado a partir del uso de hojas de control de producción de los parasitoides (Brenes, 2000).

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

Porcentaje de emergencia y Relación hembra: macho. El porcentaje de emergencia se registró a partir de 200

pupas de parasitoides por generación, adultos emergidos se observaba la relación ♀♂ (Brenes, 2000).

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

Biología del parasitoide y *P. xylostella*. El ciclo biológico del parasitoide fue calculado a partir de una muestra de 200 larvas parasitadas, por generación, se registró la duración (días) de desarrollo de los diferentes estados morfológicos del parasitoide. El ciclo biológico del parasitoide es dividido en tres etapas: huevo-larva, pupas y adultos. Para evaluar la incidencia del parasitoide en el campo, se realizaron liberaciones en el departamento de Estelí. Para conocer la incidencia de *D. semiclausum*, en el campo se utilizó la siguiente ecuación:

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

Debido a que el parasitoide nativo como el introducido se asemejan en todos los estado de desarrollo (huevo- larva, pupa y adulto), fue necesario hacer una identificación de insectos después de cada liberación, utilizando la clave de identificación propuesta por Cave, R. (1999)

Tabla 1. Características de adultos de *Diadegma semiclausum* y *Diadegma insulare* según Cave¹ (1999)

<i>D. semiclausum</i> (Hellen)	<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 o casi distintamente	Base del metafemur ventralmente no oscura, indistintamente oscuro.

Tabla 2. Porcentaje de parasitismo, porcentaje de emergencia y relación hembra:macho del parasitoide *Diadegma semiclausum* registrado en cada generación bajo cuarentena, Universidad Nacional Agraria (2000)

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 %

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el proceso de identificación del pie de cría se evaluaron todos los insectos en estado adulto encontrando únicamente *D. semiclausum*. El mismo resultado se obtuvo en las generaciones 1, 2 y 3, no encontrando evidencia durante el estudio de insecto atípico. Otros resultados obtenidos se pueden observar en la tabla 2.

La temperatura promedio fue de 21°C, con una humedad relativa de 58%, manteniéndose estos valores durante el proceso de cuarentena y la cría masiva del parasitoide.

La adaptación de *D. semiclausum* a las condiciones de laboratorio en etapa de cuarentena fue satisfactorio al encontrar que la relación entre hembra:macho, pasando de 1:7 del pie de cría inicial hasta un promedio 1:2 en las siguientes generaciones evaluadas, también se obtuvo el % de parasitismo registrando 11.6 % en la 1^{ra} generación aumentando hasta 80 % y 76 % en la 2^{da} y 3^{er} generación respectivamente.

La variable % de emergencia de adulto de las pupas, registrado en cada generación evaluada fue en el pie de cría inicial 56%, en las generaciones 1, 2 y 3 se mejoraron al alcanzar promedios de 85% hasta 90 %. 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 y 25 °C. A temperatura de 30 °C, la producción de macho es mayor que las hembras.

Ciclo biológico del parasitoide *D. semiclausum* registrado en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria. En la Tabla 3 observamos el ciclo de vida del parasitoide dividido en fases de vida, en estado de huevo-larva fue de 10.2 días como promedio, en estado de pupa duro 5.7 días y adulto 14.8 días, cerrando el ciclo de vida en 31.7 días, Comparando los resultados del ciclo con el ciclo de vida registrado por Talekar & Mei-Ying Lin (1998), se enmarcan diferencias principalmente en las fases de huevo- larva y adulto. Rivera *et al.*; (1993) encontró promedio de 8.98, 8.22, 18.64 días, en lo periodo de huevo - larva, pupa y adulto respectivamente a una temperatura entre 23-32 °C y una humedad relativa 54-84 %. Talekar *et a.*; (1992) señala que el desarrollo del parasitoide *D. semiclausum* depende mucho de la temperatura, siendo las optimas entre 18-24°C. Happe *et al.* (1988) en temperatura de 20-25 °C encontró que los adultos de *D. semiclausum* pueden sobrevivir un periodo de 22.3 días las hembras y 16 días los machos. 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.

Porcentajes de parasitismo de *D. semiclasum* sobre *P. xylostella* en el periodo de cría masiva. En la cuarta y quinta generación *D. semiclausum* presenta porcentajes de parasitismo bajos, de 63 y 65 % respectivamente (Figura 1), aumentando en la sexta generación a 77 %.. A partir de la séptima generación se registraron los más altos porcentajes de parasitismo promediando junto a las generaciones 8 y 9 un 81 por ciento. Srinivasan *et al.*, (1995) asocia un alto porcentaje de parasitismo con el numero de insectos presentes en una jaula y además de mantener una relación 1:1 de hembra y macho. En las generaciones 10, 11 y 12 el porcentaje de parasitismo estuvo entre 80 y 95 %, obteniendo un promedio de 86 %. Yang *et al.*, (1994), menciona que el número de larvas de *P. xylostella* parasitadas por *D. semiclausum*, tiene una correlación altamente significativa con la densidad del hospedero.

Liberaciones de *D. Semiclausum* y Estimación del establecimiento en el cultivo de repollo. En la Figura 2

Tabla 3. Ciclo biológico de *D. semiclausum* obtenido en laboratorio de control biológico de crucíferas 2000, comparado con los obtenido en AVRDC 1998 (Asia Vegetable Research and Development Center)

Etapas de desarrollo en Días	Huevo – Larva	Pupa	Adulto	Total
Ciclo biológico UNA-2000	10.2±0.758	5.7±0.217	14.8±3.222	31.7±2.5
Ciclo biológico según Dr. Talekar & Mei-Ying Lin 1998.	6.8	6	25	37.8

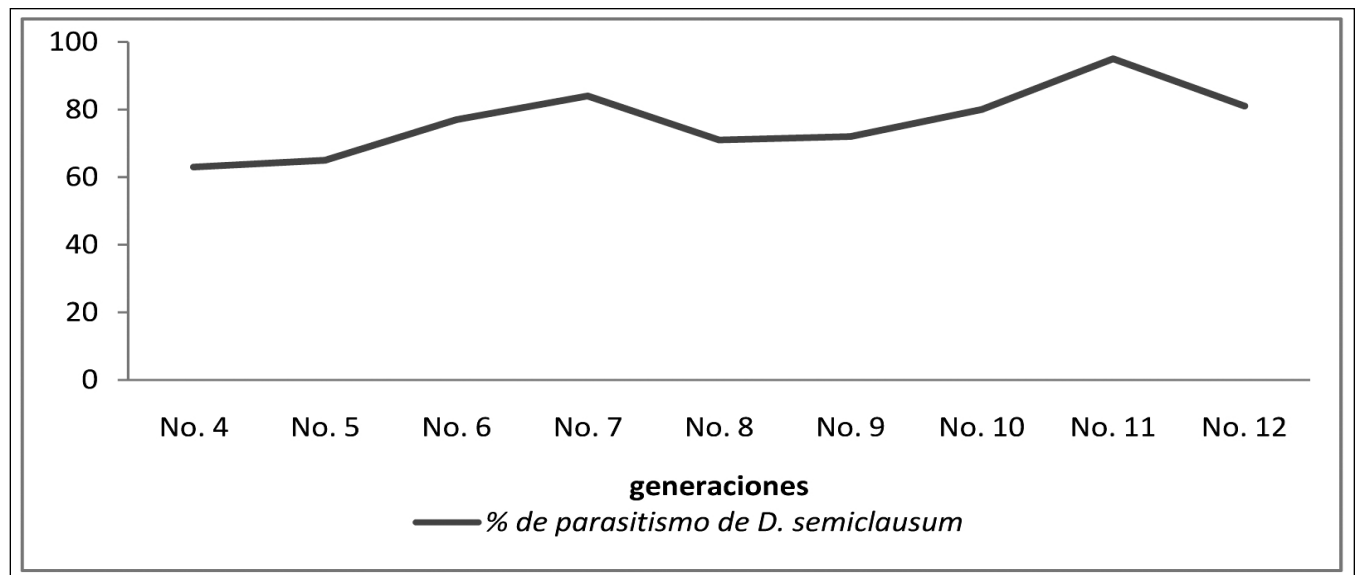


Figura 1. Porcentajes de parasitismo de *Diadegma semiclausum*, una vez finalizado el periodo de cuarentena e iniciando el período producción masiva en Laboratorio, 2000.

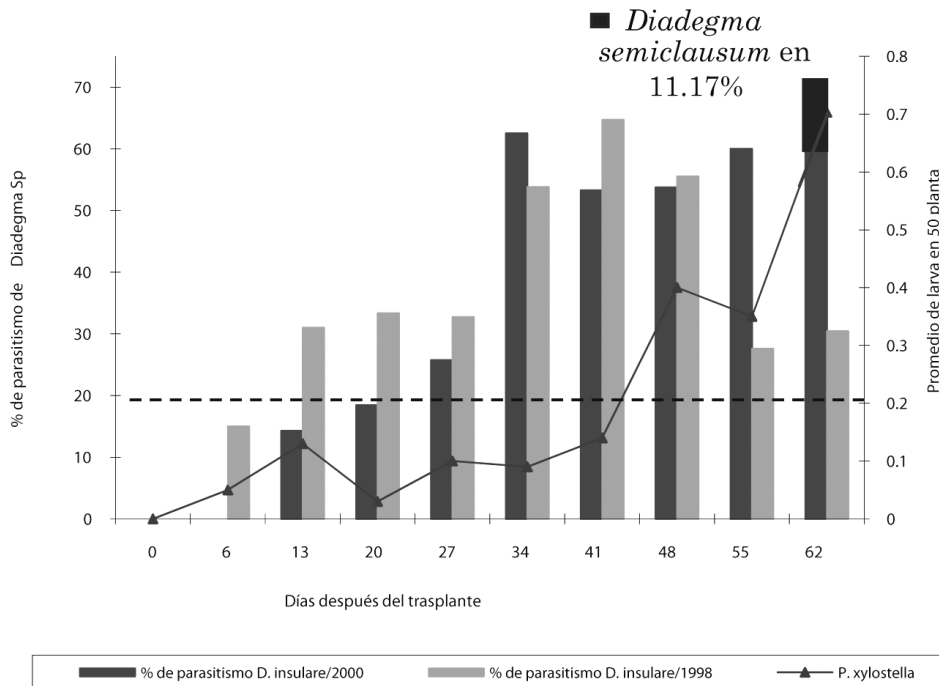


Figura 2. Dinámica poblacional de larvas de *Phutella xylostella* y porcentajes de parasitismo registrado en época de primera del 2000, comparado con datos de primera de 1998 (Brenes, 2000) (Cultivo de repollo, El Tisey, Esteli).

se observa que la incidencia de *P. xylostella* en el campo, inicia a partir de los 6 días después de trasplante, 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 registrados se mantuvieron por debajo de umbral económico (0.2 larva por planta), a los 73 ddt con un promedio de 0.7 larva /planta. *D. insulare* inicia a parasitar a *P. xylostella* a los 16 ddt registrando 15% de parasitismo. A los 37 días después de trasplante los porcentajes de parasitismo se mantuvieron entre 50-60%, 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 días después de trasplante, llegando a liberar un aproximado de 2500 pupas por ha, los porcentajes de emergencia de las pupas del parasitoide fue de 85% en todas las liberaciones realizada. La identificación de *D. insulare* y *D. semiclausum* inició a los 15 días después de la primera liberación apoyados por la clave propuesta por Cave (1999), no se 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. En la mayoría de los porcentajes de parasitismo encontrados en *P. xylostella* lo ejercía el parasitoide nativo *D. insulare*, sin embargo en la última semana de desarrollo del cultivo se registro un promedio de 11.2% de parasitismo de parte

de *D. semiclausum* y un 59 % de *D. insulare*, logrando alcanzar un porcentaje de parasitismo total de 70 %.

Talekar *et al.* (1992) realizo tres liberaciones de *D. semiclausum* en diferentes localidades en Taiwán, encontrando que solo en dos de ellas se hizo notar el porcentaje de parasitismo con valores de 4.5-7.6%. El porcentaje de parasitismo aumentó a 40 % un año después de la liberación. Al introducir *D. semiclausum* a Filipina se logró alcanzar un porcentaje de 95 % asociado con el parasitoide nativo, iniciando su acción desde los primero 15 días después del trasplante (Poelking, 1992).

CONCLUSIONES

El parasitoide *D. semiclausum* procedente de Taiwan logró establecerse bajo condiciones de laboratorio en Nicaragua, no encontrándose ningún insecto atípico potencialmente peligroso para el ecosistema.

La biología que presentó *D. semiclausum* en el laboratorio fue de 10.2 días en etapa de huevo-larva; 5.7 días en pupa y 14.8 días en etapa de adulto, completando un ciclo de vida de 31.7 días a una temperatura de 21 °C.

El porcentaje de parasitismo de *D. semiclausum* sobre *P. xylostella* en condiciones de laboratorio logro alcanzar un 90%.

Las liberaciones de *D. semiclausum* en campo de repollo, incremento el porcentaje de parasitismo en un 70 % sobre *P. xylostella*, aportando un 11 % el parasitoide introducido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- Happe, M; Kirchoff, K; Wassenegger-Wittlich, G; Madel, G. 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.
- Lim, GS. 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.
- Miranda, F; Brenes, J; Perez, H. 1999. Crianza y estudio de parasitoides para el control biológico de la palomilla del Repollo (*Plutella xylostella* L.). Universidad Nacional Agraria.
- 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, NR; Salazar, PB. 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
- Srinivasan, K; Krishna Moorthy, PN; Devi, S. 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. P9-13.
- Talekar, NS; Yang, JC. Lee, ST. 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, NS; 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; PAC. 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.
- Yang, JC. 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, JC; Yau-I Chu; Narayan S. Talekar. 1993. Biological Studies of *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae), a parasite of Diamondback moth. In.: ENTOMOPHAGA. 38(4): 579-586.
- Yang, JC; 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.