

Telenomus remus Nixon: un parasitoide en el control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith)¹

Ronald D. Cave y Nuris M. Acosta²

Resumen. *Telenomus remus* Nixon, un parasitoide de huevos de lepidópteros, es criado y liberado en muchos países para el control de plagas del género *Spodoptera* en muchos cultivos; en las Américas la plaga principal controlada es *Spodoptera frugiperda* (Smith). Se resumen la biología de desarrollo, biología reproductiva, comportamiento del adulto, ecología, crianza en laboratorio y uso histórico de *T. remus* en el manejo de plagas. Se describe el método de crianza masiva del parasitoide utilizado en El Zamorano y se presenta información sobre las liberaciones y tasas de parasitismo en Honduras durante los años 1991-1994.

Palabras claves: Biología, ciclo de vida, crianza masiva, Honduras, liberación inundativa, parasitismo, parasitoide ovíparo

Abstract. *Telenomus remus* Nixon, a parasitoid of lepidopterous eggs, is reared and released in many countries for control of pests in the genus *Spodoptera* in many crops; in the Americas the principal target pest is *Spodoptera frugiperda* (Smith). The developmental biology, reproductive biology, adult behavior, ecology, laboratory rearing and historical use of *T. remus* in pest management are reviewed. The method of mass-rearing the parasitoid in Zamorano is described and information on releases and rates of parasitism in Honduras from 1991-1994 is presented.

Key words: Biology, life cycle, egg parasitoid, Honduras, inundative release, mass-rearing, parasitism

INTRODUCCION

Las larvas de las especies del género *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) son plagas principales en muchos cultivos agronómicos y hortícolas en América Central. Representan un problema fitosanitario para los productores de maíz, sorgo y tomate de la región, ya que atacan el follaje, los granos en desarrollo y los frutos de estos cultivos. También actúan como cortadoras a nivel del suelo en plantas jóvenes. Andrews (1980) revisó la información conocida sobre las reducciones de rendimiento y el impacto económico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith). En resumen, el gusano cogollero causa una reducción en rendimiento de 8 hasta 50%, dependiendo de la edad de las plantas atacadas. Los agricultores que pueden hacer uso de plaguicidas usualmente realizan aplicaciones en forma regular para tratar de controlar el gusano cogollero. Sin embargo, de ese modo también eliminan los enemigos naturales del gusano cogollero, incrementan los costos de producción y suben los riesgos humanos de intoxicación por el uso continuo de insecticidas.

El control biológico consiste en la acción directa de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y patógenos) en el mantenimiento y regulación de la densidad poblacional de un organismo a un promedio más bajo del que existiría en la ausencia de enemigos naturales. Es un componente económico, efectivo y ecológicamente benéfico para el combate de plagas en cualquier cultivo. El aprovechamiento del control biológico es una táctica lógica que evita los problemas asociados con químicos sintéticos, tal como las restricciones de su uso, la ineffectividad por resistencia y el peligro a la salud ambiental.

Telenomus remus Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) es un parasitoide ovíparo de *Spodoptera* spp. Su tasa alta de reproducción y su facilidad de criar en el laboratorio hacen de la avispa un buen agente para el control biológico del gusano cogollero. *Telenomus remus* fue introducido en algunas regiones del Caribe y América Latina donde se estableció y actualmente ejerce un control adecuado de *S. frugiperda*. En base a estos éxitos con el parasitoide, el Centro para Control Biológico en Centro América del Departamento (ahora División) de Protección Vegetal de

¹ Publicación DPV/EAP No. 666

² División de Protección Vegetal, Zamorano, Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras

la Escuela Agrícola Panamericana importó en mayo de 1990 *T. remus* desde Barbados (a través de Jamaica y Florida) para iniciar un programa de control biológico del gusano cogollero. El objetivo general del proyecto fue la crianza masiva y liberación del parasitoide exótico *T. remus* para aumentar y conservar el control biológico sobre las poblaciones del gusano cogollero. Los objetivos específicos fueron:

- la producción masiva de *T. remus* y posteriores liberaciones en las áreas productoras de maíz y sorgo en Honduras

- el monitoreo del establecimiento de *T. remus* y determinación del nivel de parasitismo sobre huevos de *S. frugiperda* en maíz y sorgo

En el presente documento se reseña la literatura publicada sobre *T. remus*, se describe un método de producción masiva del parasitoide y se presentan los datos y resultados de liberaciones en Honduras de 1991-1994.

Biología y ecología de *T. remus*

Nixon (1937) describió *T. remus* de individuos que emergieron de huevos de *Spodoptera* recolectados en Malasia. El comentó que "esta especie es probablemente *Telenomus spodopterae* Dodd", una especie descrita de hembras criadas de huevos de *Spodoptera* en Java, Indonesia. Sin embargo, según Nixon (1937) las alas delanteras de *T. spodopterae* son muy delgadas. Debido a la corta descripción de *T. spodopterae*, Nixon no tuvo confianza en aplicar el nombre a los especímenes de Malasia.

El adulto de *T. remus* mide 0.5-0.6 mm de longitud. El cuerpo es negro brillante. Los fémures y tibias son oscuros en la hembra, pero pálidos en el macho. La antena de la hembra tiene una clava de cuatro segmentos, mientras que no hay clava en la antena del macho. El ala anterior es ligeramente más de tres veces más larga que ancha y los márgenes del ala son subparalelos.

El ciclo de vida, biología y tiempo de desarrollo de *T. remus* fueron estudiados en detalles por Gerling (1972), Gómez de Picho (1987) y Hernández y Díaz (1995, 1996). Se presenta aquí un breve esquema de esta información. La hembra deposita un solo huevo en el interior del embrión en desarrollo en el huevo de un hospedero. Se ha observado superparasitismo de huevos hospederos en el laboratorio, pero la mortalidad de larvas por otras larvas y/o la limitación de nutrientes en el huevo hospedero permite únicamente que un solo parasitoide cumpla su desarrollo. Solamente huevos menos de 72 horas de edad son parasitados (Dass y Parshad, 1983); un huevo en el

cual el embrión ha terminado su desarrollo es raramente susceptible a ser parasitado por *T. remus*. La duración de la etapa de huevo es 10-20 horas, según la temperatura.

La larva de *T. remus* tiene dos estadios. Durante el primer estadio la larva no tiene segmentación. Tiene un par de mandíbulas que se mueven verticalmente, más dos espolones caudales, uno corto y otro largo y curvado. La larva probablemente usa las mandíbulas y espolones para macerar y movilizar los tejidos del hospedero. Una serie de pelos circunabdominales posiblemente facilitan la movilización de la larva. La larva en el segundo estadio es claramente segmentada y no tiene los espolones caudales; las mandíbulas son cortas y rectas. En este estadio la larva asimila todos los nutrimentos del hospedero hasta que estos se acaban. Al terminar de alimentarse, la larva echa su meconia cuando entra en la etapa prepupal. La duración de la etapa larval (incluso prepupa) es 5-8 días.

La empupación ocurre dentro del huevo hospedero. En el primer día, la pupa es blanco-opaca con ojos ligeramente rojos. Gradualmente el cuerpo se vuelve gris y luego negro. La duración de la etapa pupal es 5-6 días. El tiempo total de desarrollo de *T. remus*, desde oviposición hasta emergencia del adulto, es 9-15 días a temperaturas de 22-30°C. Gautam (1986a) reportó que el tiempo de desarrollo varió de 13.7 días a 23°C hasta siete días a 34°C y que la humedad relativa no tuvo influencia sobre la tasa de desarrollo.

Cuando el desarrollo del parasitoide inmaduro ha terminado, el adulto hace un hueco pequeño en el corión del hospedero, del cual emerge. En general, los machos emergen 24 horas antes que las hembras. Después de emerger del hospedero los machos buscan hospederos con hembras; el comportamiento sexual es inducido aparentemente por una feromona de la hembra (Schwartz y Gerling, 1974). Cuando la hembra emerge, el macho copula con ella inmediatamente.

Las hembras de *T. remus* responden a (Z)-9-tetradeceno-1-ol acetato y (Z)-9-dodeceno-1-ol acetato (Lewis y Nordlund, 1984), componentes de la feromona sexual de *S. frugiperda* (Nordlund *et al.*, 1983). La presencia de estos químicos aumenta la tasa de parasitismo. También, las kairomonas presentes en la secreción de la glándula accesoria de las hembras de *S. frugiperda* estimulan la oviposición por *T. remus* (Lewis y Nordlund, 1984). Sin embargo, Nordlund *et al.* (1983) sugieren que varios factores actúan sinérgicamente para determinar si *T. remus* acepta y oviposita en un huevo hospedero.

Las sinomonas de plantas también juegan un papel importante en el parasitismo por *T. remus*. Lewis y Nordlund (1984) aplicaron extractos de hojas de maíz y de tomate sobre plantas de caupi en el invernadero. Los niveles de parasitismo en las plantas tratadas fueron dos veces mayores que el nivel de parasitismo en plantas sin extractos.

Las hembras de *T. remus* toleran la presencia de otras hembras ovipositando en la misma masa de huevos (Schwartz y Gerling, 1974). Después de ovipositar, las hembras rascan el corión del huevo hospedero con el ovipositor (Gerling y Schwartz, 1974; Welzen y Waage, 1987). Sin embargo, Gerling y Schwartz (1974) mostraron evidencia que esta acción no previene el superparasitismo dentro de la primera hora después de oviposición.

Las hembras de 2-3 días de edad tienen el máximo número de huevos en sus ovarios (Welzen y Waage, 1987) y producen más de 76% de su prole durante los primeros cinco días de vida como adulto (Schwartz y Gerling, 1974). La proporción de los sexos de la prole es normalmente 60-70% hembras, pero declina a 22% con mayor edad de la hembra (Schwartz y Gerling, 1974). El primer huevo macho es colocado generalmente en el segundo hospedero atacado; huevos machos subsecuentes son colocados después a intervalos variables de oviposición de huevos hembras (Welzen y Waage, 1987). *Telenomus remus* produce más machos cuando la cantidad de parasitoides es mucho mayor que la de hospederos (Welzen y Waage, 1987), aunque esto posiblemente se debe a superparasitismo y mortalidad diferencial (Schwartz y Gerling, 1974). Welzen y Waage (1987) explican que el cambio en la proporción de sexos con la densidad de parasitoides se debe a otros factores. Durante la oviposición simultánea por dos o más hembras de *T. remus* en una masa de huevos, hay una reducción en el número de huevos depositados por hembra, lo cual aumenta la proporción de huevos machos a causa del efecto secuencial mencionado anteriormente. Las hembras tienen una fuerte tendencia de evitar superparasitismo, por lo tanto menos huevos por hembra son colocados en hospederos a medida que la oviposición por otras hembras aumenta en la misma masa de huevos. Debido a que las hembras ovipositan una mayor proporción de huevos machos temprano en una serie de oviposiciones, las hembras que depositan menos huevos producen una mayor proporción de machos. También, hay un aumento en la probabilidad de depositar un huevo macho que es independiente de la secuencia, el cual indica una respuesta directa por la hembra a la presencia de otras hembras.

La secuencia de los sexos de huevos depositados por la segunda hembra en una masa de huevos, después de la presencia de la primera hembra, tiene un patrón diferente del patrón de la primera hembra. Es más probable que la segunda hembra asigne un huevo macho al primer huevo hospedero encontrado, un patrón no encontrado para la primera hembra. Estos resultados sugieren que las hembras ovipositan una mayor proporción de huevos machos en masas de huevos previamente visitadas, pero solamente cuando la proporción de huevos no parasitados a huevos parasitados es pequeña.

Con dos excepciones conocidas, el ámbito de hospederos de *T. remus* es restringido a la familia Noctuidae (Cuadro 1). En el Viejo Mundo se conocen 10 especies de Noctuidae, una de Pyralidae (Kumar *et al.*, 1986) y una de Arctiidae (Buglio *et al.*, 1994) como hospederos de *T. remus*. En el Nuevo Mundo, Wojcik *et al.* (1976) probaron los huevos de 43 especies de Lepidoptera en seis familias. Los huevos de 15 especies de Noctuidae y una especie de Pyralidae fueron atacados y parasitados; huevos de especies de Arctiidae, Geometridae, Mimallonidae y Notodontidae no fueron parasitados. Nordlund *et al.* (1987) comentaron que los huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie) probablemente no son hospederos comunes en el campo porque *T. remus* usualmente se para en un huevo mientras que parasita el huevo adyacente en la masa; los huevos de *H. zea* son puestos individualmente en el campo.

Ballal *et al.* (1989) demostraron que la especie de planta hospedera puede influir en el nivel de parasitismo por *T. remus*. En pruebas de selección, el parasitismo de huevos de *Spodoptera litura* (F.) fue más alto en coliflor, remolacha y oca que en higuera, repollo, caupi y tabaco.

La competencia interespecífica entre *T. remus* y el braconido *Chelonus insularis* Cresson en huevos de *Spodoptera exigua* (Hübner) fue estudiado por Earl y Graham (1984). Únicamente *T. remus*, ningún *C. insularis*, emergió de huevos expuestos simultáneamente a hembras de ambas especies. Esta diferencia probablemente se debe al ataque físico por la larva del primer estadio de *T. remus* que emerge primero de su huevo, en comparación a la larva de primer estadio de *C. insularis* que no eclosiona hasta la etapa larval del hospedero. De hospederos de 6 a 16 horas de edad expuestos a los dos parasitoides con una separación de 24 horas, la tasa de emergencia de *T. remus* fue significativamente mayor que la de *C. insularis*, tanto si *T. remus* fue el primer parasitoide expuesto a los huevos

o el segundo. *Telenomus remus* aparentemente no discrimina entre los huevos no parasitados y los parasitados por *C. insularis*. Sin embargo, *C. insularis* puede discriminar los huevos parasitados por *T. remus* durante 24 horas, tal vez debido a la presencia de la larva de *T. remus*.

Cuadro 1. Especies de Lepidoptera cuyos huevos son hospederos conocidos para *Telenomus remus*.

Familia	Especie	Referencia
Noctuidae	<i>Achaea janata</i> (L.)	Sankaran (1974)
	<i>Agrotis biconica</i> Kollar	Gautam (1986b)
	<i>Agrotis ipsilon</i> Hufnagel	Gautam (1986b)
	<i>Anicla infecta</i> (Oschenheimer)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Argyrogramma signata</i> (F.)	Joshi <i>et al.</i> (1989)
	<i>Autographa nigrisigna</i> (Walker)	Dass y Parshad (1984)
	<i>Condica videns</i> (Guenée)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Elaphria chalconia</i> (Hübner)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Elaphria festivoidea</i> (Guenée)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Feltia subterranea</i> (F.)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Grammodes stolidia</i> (F.)	Gautam (1987a)
	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner)	Bughio <i>et al.</i> (1994)
	<i>Helicoverpa zea</i> (Boddie)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Neoastria apicosa</i> (Haworth)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Mythimna loreyi</i> (Duponchel)	Dass y Parshad (1984)
	<i>Mythimna unipuncta</i> (Haworth)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Spodoptera albula</i> Walker	presente estudio
	<i>Spodoptera dolichos</i> (F.)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Spodoptera eridania</i> (Stoll)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Spodoptera exigua</i> (Hübner)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Spodoptera latifascia</i> (Walker)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
<i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval)	Gerling (1972)	
<i>Spodoptera litura</i> (F.)	Joshi y Rao (1980)	
<i>Spodoptera mauritia</i> (Boisduval)	Gautam (1987a)	
<i>Trichoplusia ni</i> (Hübner)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)	
Pyralidae	<i>Nomophila noctuella</i> (Denis y Schiffermueller)	Wojcik <i>et al.</i> (1976)
	<i>Corcyra cephalonica</i> Stainton	Kumar <i>et al.</i> (1986)
Arctiidae	<i>Creatonotos gangis</i> (L.)	Bughio <i>et al.</i> (1994)

Multiplicación y utilización de *T. remus* como agente de control biológico de *Spodoptera* spp.

La multiplicación y crianza masiva de *T. remus* en el laboratorio e insectario han sido estudiadas por varios investigadores por casi 20 años. En India, se han utilizado los huevos de *S. litura* (Joshi *et al.*, 1976; Gupta y Pawar, 1985), *Agrotis biconica* Kollar (Gautam y Gupta, 1994) y *Corcyra cephalonica* Stainton (Kumar *et al.*, 1986) como hospederos. Gautam (1986d) observó que las hembras de *T. remus* atacan los huevos infértiles de *S. litura*, pero el desarrollo de la prole ocurre solamente en huevos fértiles. También él notó que los huevos de los primeros seis días de oviposición por las hembras de *S. litura* son parasitados sin ningún efecto negativo sobre los atributos biológicos del parasitoide. Gautam (1986b) sugirió el uso de especies de *Agrotis* como un hospedero alterno por una generación para mejorar la eficacia biológica de *T. remus*, porque los adultos criados de los huevos de *Agrotis* son más grandes, viven más tiempo y tienen mayor fecundidad que los adultos criados en huevos de *Spodoptera*. Kumar *et al.* (1986) notaron que el parasitismo en huevos de *C. cephalonica* fue bajo al principio, pero después de siete generaciones se logró 100% de parasitismo. No detectaron diferencias en el tiempo de desarrollo y la proporción de sexos en comparación con *T. remus* criado en huevos de *S. litura*.

Los huevos de *S. litura* almacenados a 10°C por ocho días fueron aceptados para ser parasitados (Nagarkatti y Jayanth, 1980). El parasitismo fue bajo cuando los huevos del hospedero fueron almacenado a -6, 5, 15 ó 20°C por 48-96 horas (Gautam 1987b).

La temperatura y humedad relativa son los factores abióticos más importantes en la crianza de *T. remus*. Gupta y Pawar (1985) obtuvieron niveles de parasitismo mayor de 90% solamente cuando la humedad relativa fue mayor de 50% a temperaturas de 25-41°C. Gautam (1986a) mencionó que el porcentaje de parasitismo fue mayor a 27°C y 75% HR.

El almacenamiento de hospederos parasitados para sincronizar la producción en el insectario es un aspecto muy importante en la crianza masiva. Nagarkatti y Jayanth (1980) observaron que los huevos parasitados de *S. litura* fueron almacenados sin daño a 10°C por dos semanas a partir de 2-8 días después de haber sido parasitados. Kumar *et al.* (1984) notaron que los huevos de *C. cephalonica*, parasitados hasta por ocho días a la temperatura ambiental del laboratorio, podían ser almacenados a 5°C por

solamente dos semanas. Gautam (1986c) reportó que huevos parasitados almacenados por siete días a 10°C no sufrieron efectos negativos; temperaturas de 5°C y 15°C no fueron favorables. La edad óptima para iniciar el almacenamiento fue siete días después de iniciar el parasitismo.

El almacenamiento de parasitoides adultos para luego liberarlos en el campo también es importante. Gautam (1986c) encontró que las hembras de *T. remus* almacenadas a 5°C ó 10°C sobrevivieron bien hasta siete días, sin efectos negativos sobre sus atributos biológicos; los machos no sobrevivieron más de tres días. El almacenamiento de hembras por más de siete días redujo significativamente su fecundidad.

El primer uso de *T. remus* en control biológico clásico aparentemente ocurrió en 1963 cuando se introdujo el parasitoide a la India desde Nueva Guinea (Sankaran, 1974). Posteriormente fue introducido a otros países asiáticos (Patel *et al.*, 1979; Joshi *et al.*, 1976). Braune (1985) reportó que el aumento de la densidad poblacional de *T. remus* fue responsable de la reducción de huevos de *S. litura* en un programa de manejo integrado de plagas de malanga en Samoa. Las liberaciones de *T. remus* con otros dos parasitoides y un depredador redujeron en 60% la incidencia de *S. litura* en papa en la India (Ansari *et al.*, 1992).

En el Nuevo Mundo la primera introducción de *T. remus* ocurrió en 1971-1972 en Barbados, donde niveles de parasitismo mayores de 60% fueron registrados en una diversidad de cultivos; se considera que este parasitoide contribuye substancialmente a la reducción de poblaciones de *Spodoptera* spp. (Alam, 1974, 1979). Posteriormente el parasitoide fue liberado y establecido en Antigua, Dominica, Monserrat, St. Kitts, St. Vincent y Trinidad y Tobago (Yaseen, 1979; Cock, 1985).

En por lo menos dos ocasiones desde 1978, se intentó establecer *T. remus* en El Salvador (Cortés y Andrews, 1979) y Nicaragua (Lacayo, 1987). En ninguna ocasión el establecimiento fue exitoso, probablemente debido a los pocas cantidades liberadas y/o las condiciones ambientales desfavorables en los sitios de liberación (T. Anton, comunicación personal).

Waddill y Whitcomb (1982) intentaron establecer *T. remus* en el sureste de Florida (EEUU), liberando más de 660,000 parasitoides en maíz y sorgo entre 1975 y 1977. Se recuperó el parasitoide solamente desde marzo hasta mayo durante los últimos dos años de liberación, pero el

nivel de parasitismo durante este tiempo no superó 43%. No se recuperó el parasitoide en el campo después de terminar las liberaciones en mayo 1977. Los autores comentaron que la biología de *S. frugiperda*, no el clima, tuvo más influencia en la falta de establecimiento.

Aunque *T. remus* no se estableció en Florida, Lewis y Nordlund (1984) propusieron que el parasitoide sería un buen candidato en programas de liberaciones inundativas para controlar *S. frugiperda*, debido a su fácil crianza masiva. Además, sería un buen complemento en programas de control que utilizan la feromona sexual de la plaga para perturbar su apareamiento, porque la misma feromona estimula la búsqueda y parasitismo de hospederos por *T. remus*.

En Venezuela, Hernández *et al.* (1989) liberaron en maíz 5,000 *T. remus* en cada una de tres liberaciones realizadas en tres semanas consecutivas. El parasitoide logró niveles de parasitismo de 78-100% a distancias de 30-1,400 m del punto de liberación hasta dos meses después de las liberaciones; se logró 60-83% en un rango de acción de 2,000-2,200 m del punto de liberación después de dos meses. Los autores concluyeron que "liberaciones oportunas en forma focal pueden ayudar a mantener una población baja del gusano cogollero. Otras investigaciones se hacen necesarias contemplando la densidad del parásito por unidad de área." Linares (1998) reporta que los agricultores en El Palmar, Venezuela mantienen su propias crías de *T. remus*, usando huevos de *S. frugiperda* cuyas larvas se crían en hojas de higuierilla, *Ricinus communis* L.; supuestamente las hojas de la higuierilla quitan las tendencias canibalísticas de las larvas de *S. frugiperda* para que se puedan criar cinco o más larvas juntas en una sola botella de 5 L. Los agricultores produjeron 350,000 adultos de *T. remus* durante 10 semanas para controlar la plaga en 87.5 ha, liberando de 4,000 a 6,000 avispas por hectarea de maíz.

Crianza masiva de *T. remus* en El Zamorano

No existe una dieta artificial para criar *T. remus*, por lo cual su reproducción se realizó en huevos del hospedero. Para el proyecto en Zamorano se usaron los huevos de *S. frugiperda*. La larvas de *S. frugiperda* se criaron en la dieta artificial desarrollada por Greene *et al.* (1976). Rizo *et al.* (1994) también describen los detalles de crianza masiva de *S. frugiperda*.

En las jaulas de oviposición de *S. frugiperda* se colocaron 2-3 franjas de 10 cm X 25 cm de papel encerado

o papel blanco por jaula. Las franjas de papel con masas de huevos de *S. frugiperda* se cosecharon diariamente y se pegaron al techo de jaulas entomológicas que sirvieron como jaulas de parasitismo (Figura 1). A cada jaula se le introdujeron 30,000-40,000 *T. remus* por período de parasitismo. Las masas de huevos se dejaron expuestas al parasitoide por tres días. Después de este período, se sacaron las franjas de papel de las jaulas y se cortaron individualmente en pedazos de papel que contenían una masa de huevos. Se colocaron 50 masas de huevos por bolsa plástica, adentro de la cual se colocó media hoja de papel toalla para incrementar el área superficial dentro de la bolsa. También se colocó una hoja de papel toalla en la parte superior de la bolsa, procurando que al hacer el nudo, la mitad del papel toalla quedara afuera. Con un promedio de 200 huevos por masa, se estimó un número de 10,000 huevos parasitados por bolsa.

A 22-24 °C emergieron las avispas en la madrugada, aproximadamente nueve días después de colocar los huevos parasitados en las bolsas, un día antes de su emergencia se les proveyó miel con agua (1:9) como alimento, inyectado con una jeringa al papel toalla.

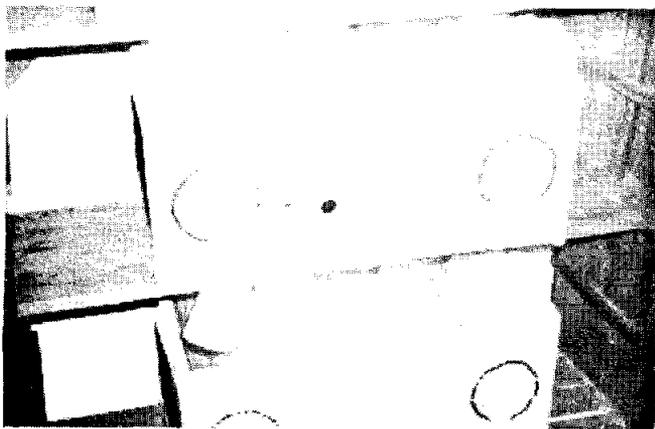


Figura 1. Jaula de parasitismo de huevos de *Spodoptera frugiperda* por *Telenomus remus*.

Liberación de *T. remus* y parasitismo en el campo

La misma mañana en que las avispas emergieron de las masas de huevos en las bolsas o la siguiente mañana, se llevaron al campo para ser liberadas. En el campo las bolsas se abrieron para permitir la salida de los parasitoides; los pedazos de papel con masas se dejaron encima de las plantas. Los adultos recién emergidos (<48

h) son mejores para liberar en el campo que los huevos parasitados. Los huevos parasitados colocados en papel encerado, el cual es engrapado a la hoja, están expuestos a ser depredados por *Coleomegilla* (Coleoptera: Coccinellidae), *Doru taeniatum* (Dorhn) (Dermaptera: Forficulidae) y hormigas, antes que los adultos emerjan (observación personal).

El nivel de parasitismo se determinó semanalmente mediante la colocación de masas centinelas (masas llevadas desde el laboratorio) en el campo y la recolección de masas silvestres. Las masas centinelas (edad <24 h) se llevaron al campo en hojitas individuales de papel encerado que se engraparon al envés de las hojas de las plantas (Figura 2). Entre cada masa se dejó una separación de 10 m. Los días en que coincidieron las liberaciones y la colocación de masas en una parcela, se dejó una distancia mínima de 5-10 m entre el área de liberación y las plantas con masas centinelas. Usualmente se colocaron masas centinelas en el campo dos o tres veces por semana. El número de masas centinelas puestas por semana en el campo varió entre 50 y 75.

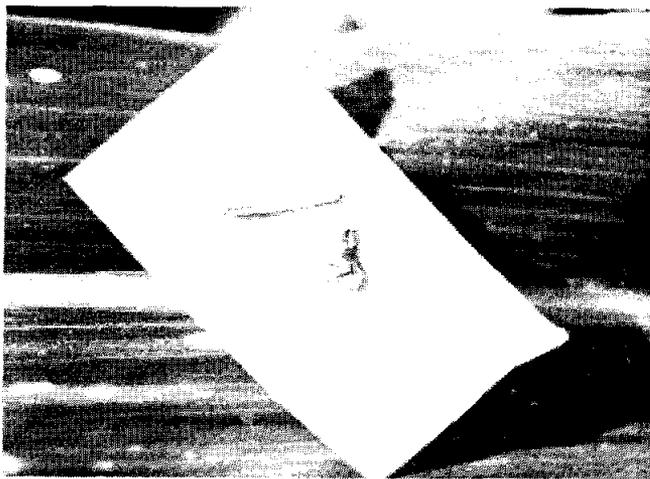


Figura 2. Huevos centinelas de *Spodoptera frugiperda* en papel encerado engrapado al envés de una hoja de maíz.

Las masas centinelas se dejaron en el campo dos días. Luego, las masas recolectadas, tanto centinelas como silvestres, se llevaron al laboratorio donde se colocaron individualmente en frascos de vidrio tapados con algodón. Posteriormente, se determinó el parasitismo por la emergencia de *T. remus* o el color negro de los huevos.

Liberaciones de *T. remus* en Honduras

1991-1992

Durante 1991-1992 los sitios de liberación se ubicaron en cuatro localidades. En 1991 se realizaron liberaciones únicamente en los campos de producción de maíz y sorgo en El Zamorano (Depto. de Francisco Morazán, 850 msnm). La cantidad de avispas liberadas varió de 6,000 a 76,000 por liberación, con un total de 6,746,000 adultos de *T. remus* liberado a través del año, pero principalmente durante la estación lluviosa.

En 1992 se liberaron entre 8,000 y 114,000 avispas por liberación (total de 3.6 millones) en la aldea La Colonia y entre 24,000 y 80,000 avispas por liberación (total de 832,000) en la aldea El Hato del municipio de Cantarranas (Depto. de Francisco Morazán, 600 msnm). En la vecindad de Ojojona (1000 msnm) se realizó una sola liberación de 104,000 avispas. En los campos de producción de maíz en la Escuela Nacional de Agricultura, Catacamas (Depto. de Olancho, 600 msnm) se realizaron liberaciones de 4,000-96,000 avispas por liberación (total de 280,000). En El Zamorano se liberaron entre 4,000 y 144,000 avispas por liberación (total 11.336 millones). Casi todas las liberaciones se realizaron de mayo a noviembre.

1993

En El Zamorano se liberaron 5 millones de *T. remus*, con un promedio de 127,000 avispas por semana (rango 24,000 - 256,000) en maíz y sorgo. Las liberaciones fueron mayores desde el principio del año hasta junio cuando se comenzaron liberaciones en otras localidades. El porcentaje de parasitismo de masas de huevos fue más alto durante abril (53% en masa centinelas, 33% en masas silvestres), mayo (25% en masas centinelas) y junio (26% en masas centinelas), coincidiendo con las mayores liberaciones del parasitoide. El parasitismo durante estos meses debe ser mayor para reducir las poblaciones de la plaga en las etapas jóvenes del cultivo, las cuales son más susceptibles al ataque. Con menores liberaciones en julio y agosto, el porcentaje de parasitismo fue de 12.5 a 14%. Aunque las liberaciones en octubre fueron muy bajas o no realizadas, el nivel de parasitismo en este mes fue 14.5%. En noviembre no se pudo determinar el parasitismo por tanta lluvia que lavó las masas de huevos. En diciembre un 20% de parasitismo fue observado entre masas silvestres y centinelas.

En El Zamorano se detectó parasitismo de masas de huevos del cogollero por *T. remus* en plantas donde no se liberó el parasitoide. Se encontró una masa en una planta

de rosa ubicada en un jardín y se observó desde diciembre al principio de marzo parasitismo de masas recolectadas de papaya, donde no se realizaron liberaciones. El parasitismo en papaya varió de 0 a 38% durante un período de temperaturas frescas y vientos fuertes.

En Cantarranas se liberaron 2.3 millones de *T. remus*, con un promedio de 128,000 avispas por semana (rango 24,000 - 232,000). Las liberaciones en esta zona se realizaron principalmente en campos de sorgo. En marzo se trasladaron las liberaciones a Morocelí (600 msnm) para aprovechar el menor uso de plaguicidas en maíz en esta zona. Se liberaron 5.1 millones de *T. remus* en Morocelí en 1993, con un promedio de 134,000 avispas por semana (rango 8,000 - 280,000). Los porcentajes de parasitismo variaron de 30 a 48% durante abril, mayo y junio, con liberaciones entre 100,000 y 150,000 parasitoides por semana. Durante la estación seca (enero-marzo), el parasitismo en esta zona fue más alto que en El Zamorano. El porcentaje de parasitismo varió de 25 a 39% en la postrera cuando las liberaciones llegaron a aproximadamente 200,000 por semana.

En Catacamas se realizaron las liberaciones desde junio hasta noviembre. Se liberaron 3.9 millones de *T. remus*, con un promedio de 132,000 avispas por semana (rango 8,000 - 264,000). El parasitismo incrementó de 17.5% en julio a 75.3% en octubre.

Las liberaciones en el valle de Comayagua (Depto. de Comayagua, 450 msnm) se iniciaron en junio. Se liberaron 560,000 *T. remus* durante nueve semanas, con un promedio de 62,000 avispas por semana (rango 32,000 - 88,000). Por razones logísticas no se pudo dar seguimiento a estas liberaciones. A partir de diciembre 1993 se iniciaron liberaciones de *T. remus* en Comayagua mediante la colaboración de la empresa Cultivos Palmerola. Desde diciembre hasta marzo de 1994 se liberaron 658,330 avispas en campos de tomate. En parcelas donde se aplicaron insecticidas sintéticos 4-5 días antes y después de la liberación de *T. remus* se notó 0% parasitismo. En parcelas donde se aplicó únicamente el virus de *Spodoptera albula* (Walker) (= *Spodoptera sunia* (Guenée)), el parasitismo alcanzó 75%.

Se realizaron liberaciones esporádicas en cuatro localidades adicionales: 16,000 avispas cerca de Danlí (Depto. de El Paraíso, 1000 msnm), 48,000 avispas cerca de Siguatepeque (Depto. de Comayagua, 1200 msnm), 208,000 avispas en La Mosquitia (Depto. de Colón, 300 msnm) y 48,000 avispas cerca de Choluteca (Depto. de Choluteca, 200 msnm). No hay datos de parasitismo.

1994

Se realizaron ensayos para examinar la eficiencia de dos tasas de liberación. Campos de maíz de aproximadamente 1 ha fueron seleccionados en San Francisco (cerca de El Zamorano, 825 msnm), Cantarranas y Catacamas. Los campos en San Francisco y Cantarranas se dividieron en tres partes, cada parte correspondió a un tratamiento; el campo en Catacamas se dividió en cuatro partes correspondiendo a cuatro tratamientos. Un tratamiento en cada campo fue la liberación de *T. remus* a una tasa alta (60,000-105,000 adultos/semana/ha) a partir de la germinación de las plántulas hasta la floración (Cuadro 2). Otro tratamiento en cada campo fue la liberación de *T. remus* a una tasa baja (35,000-50,000 adultos/semana/ha) (Cuadro 2). En cada una de las tres localidades hubo una parcela testigo que no recibió liberaciones del parasitoide. Solamente en Catacamas hubo una parcela con tratamiento de control químico (Volaton 500, 1.4 L/ha, una vez cuando se alcanzó el nivel de 35% de infestación). El riego en todas las parcelas fue por lluvia. El deshierbe y la fertilización de las parcelas fueron manejados por los dueños de los campos.

Cuadro 2. Cantidades (en miles) de *Telenomus remus* liberadas semanalmente en parcelas de maíz en Cantarranas, Catacamas y San Francisco, Honduras, 1994.

Etapa del cultivo	Cantarranas		Catacamas		San Francisco	
	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
2 hojas	No	No	70	35	No	No
4 hojas	75	35	70	35	60	20
6 hojas	70	35	70	35	75	35
8 hojas	105	50	70	35	70	35
10 hojas	105	50	85	40	105	50
12 hojas	105	50	65	30	105	50
14 hojas	90	45	105	55	105	50
16 hojas	105	50	No	No	90	45
Floración 1	105	50	No	No	105	50
Floración 2	No	No	No	No	105	50

Alta = tasa alta de liberación de avispa

Baja = tasa baja de liberación de avispa

Se compararon entre tratamientos el porcentaje de infestación de 100 plantas por larvas de *S. frugiperda*. Semanalmente durante siete semanas después de iniciar las liberaciones de *T. remus* se examinaron 100 plantas por tratamiento y se registró el número de plantas con al menos una larva de *S. frugiperda*.

Los porcentajes de parasitismo e infestación fueron comparados estadísticamente mediante la prueba múltiple de homogeneidad de proporciones (Marascuilo y Serlin, 1988).

En Cantarranas, los porcentajes de parasitismo en ambas parcelas con liberaciones de *T. remus* no fueron significativamente diferentes (Figura 3). El nivel de parasitismo semanal en la parcela con tasa alta de liberación fluctuó entre 71 y 91%, con excepción de 38% durante la semana en que las plantas tuvieron 12 hojas. El parasitismo semanal en la parcela de tasa baja de liberación varió desde 63% hasta 87%, con excepción de durante la semana en que las plantas tuvieron 12 hojas cuando parasitismo fue 44%. Durante la semana de 12 hojas hubo un exceso de lluvias que aparentemente afectó la acción por los parasitoides. Esta localidad recibió una cantidad de lluvia adecuada durante el ciclo del cultivo, por lo tanto la densidad de la siembra y el crecimiento de las plantas fueron excelentes. Además, hubo una alta incidencia de vegetación espontánea (principalmente hojas anchas) dentro y alrededor de las parcelas. Esta vegetación produjo numerosas flores durante el periodo de liberaciones de *T. remus*.

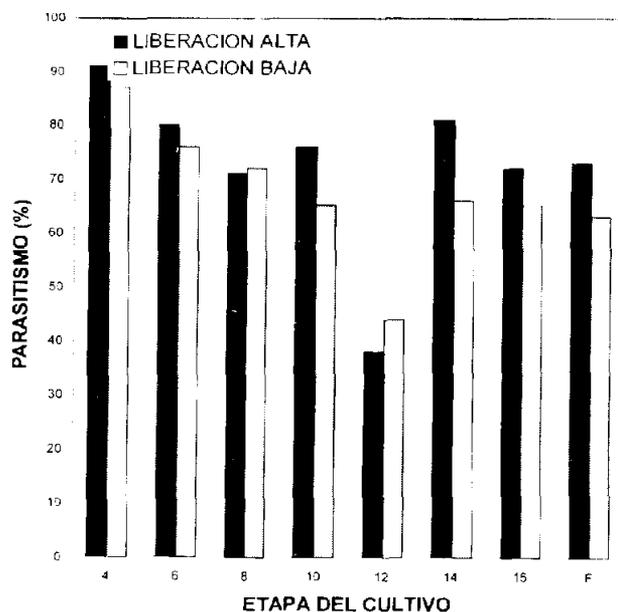


Figura 3. Niveles de parasitismo de masas de huevos de *Spodoptera frugiperda* por *Telenomus remus* después de liberaciones altas y bajas del parasitoide en maíz, Cantarranas, 1994.

En Catacamas, los porcentajes de parasitismo variaron notablemente entre las tasas de liberación, pero en general los niveles de parasitismo no fueron significativamente diferentes. El parasitismo en la parcela de tasa alta de liberación fluctuó desde 46% hasta 86%; en la parcela de tasa baja de liberación fluctuó desde 44% hasta 87% (Figura 4). También los niveles de parasitismo variaron entre etapas fenológicas del cultivo. Hubo mayor parasitismo durante las primeras cuatro etapas fenológicas (46-87%) que en las últimas tres etapas (38-63%). Esta localidad recibió una cantidad de lluvia adecuada durante el ciclo del cultivo, por lo tanto la densidad de la siembra y el crecimiento de las plantas fueron excelentes. Además, hubo una alta incidencia de vegetación espontánea (principalmente hojas anchas) alrededor, pero no adentro, de las parcelas. Esta vegetación produjo numerosas flores durante el período de liberaciones de *T. remus*.

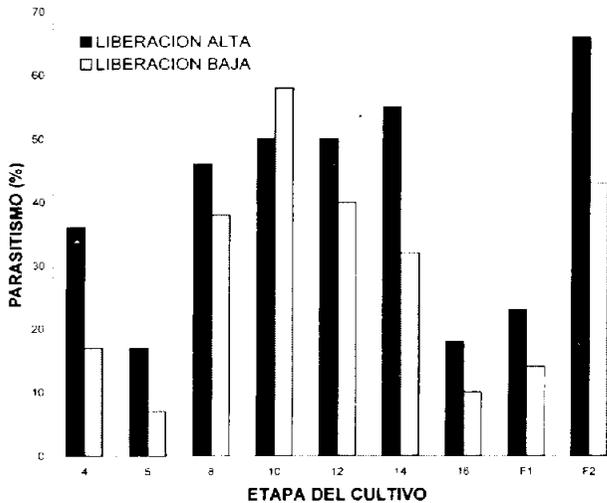


Figura 4. Niveles de parasitismo de masas de huevos de *Spodoptera frugiperda* por *Telenomus remus* después de liberaciones altas y bajas del parasitoide en maíz, Catacamas, 1994.

En San Francisco, los niveles de parasitismo fueron casi siempre mayores en la parcela de tasa alta de liberación (Figura 5), aunque sobre todo el ciclo del cultivo no fueron significativamente diferentes entre las dos tasas de liberación. Sin embargo, los porcentajes de parasitismo en esta localidad fueron significativamente más bajos que los de Cantarranas y Catacamas. El parasitismo en la parcela de tasa alta de liberación fluctuó desde 17% hasta 55%; en la parcela de tasa baja de liberación fluctuó desde 7% hasta 58%. Esta localidad recibió lluvia inadecuada

durante el ciclo del cultivo, por lo tanto la densidad de la siembra y el crecimiento de las plantas fueron inferiores. Además, no hubo vegetación espontánea dentro del cultivo debido al deshierbe por el agricultor y la incidencia de vegetación espontánea en floración alrededor de las parcelas fue mucho menor que en las otras dos localidades.

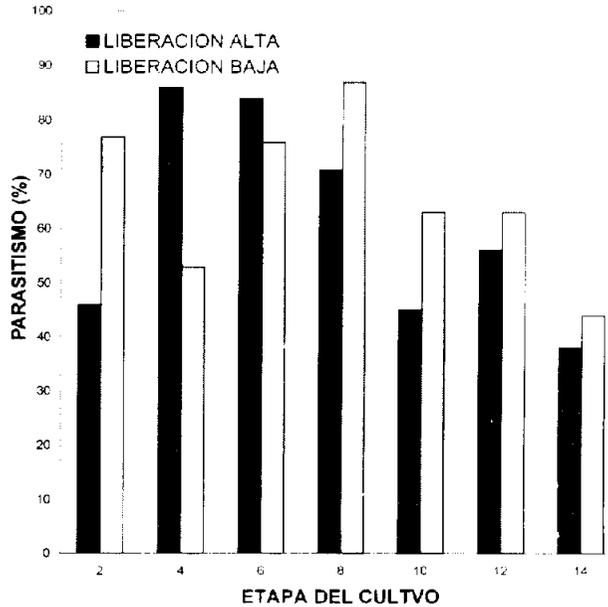


Figura 5. Niveles de parasitismo de masas de huevos de *Spodoptera frugiperda* por *Telenomus remus* después de liberaciones altas y bajas del parasitoide en maíz, San Francisco, 1994.

La liberación de *T. remus* para aumentar el parasitismo de los huevos del gusano cogollero aparentemente tuvo un impacto significativo en la subsecuente población de larvas de la plaga (Cuadro 3). Durante las primeras cuatro etapas fenológicas del cultivo en Catacamas, la infestación de 100 plantas por el gusano cogollero fue significativamente menor en la parcela con la tasa alta de liberación de *T. remus* que en la parcela testigo. En comparación con la parcela de control químico, las infestaciones de plantas fueron muy similares entre los dos tratamientos o la infestación fue menor en la parcela que recibió la tasa alta de liberación de *T. remus*. Durante las etapas 4 y 8 en Cantarranas, la infestación de plantas fue significativamente menor en la parcela de tasa alta de liberación en comparación con el testigo. Durante las etapas 6 y 8, la infestación de plantas fue significativamente mayor en la parcela que no recibió *T. remus*.

Cuadro 3. Porcentajes de infestación de 100 plantas de maíz por larvas de *Spodoptera frugiperda* después de tasas altas o bajas de liberaciones de *Telenomus remus* en Cantarranas, Catacamas y San Francisco, Honduras, 1994 (SD = sin datos).

Etapa del cultivo	Cantarranas			Catacamas				San Francisco		
	Alta	Baja	Testigo	Alta	Baja	Testigo	Químico	Alta	Baja	Testigo
2 hojas	0 a	0 a	0 a	16 a	40 c	35 b	35 b	SD	SD	SD
4 hojas	9 a	24 c	18 b	9 a	12 a	20 b	8 a	3 a	2 a	3 a
6 hojas	SD	SD	SD	15 a	26 b	28 b	18 a	10 a	9 a	14 a
8 hojas	6 a	11 b	12 b	20 a	28 b	30 bc	38 c	5 a	13 b	10 b
10 hojas	8 a	10 a	11 a	17 b	31 c	12 a	22 bc	7 a	10 a	9 a
12 hojas	8 a	6 a	8 a	5 a	8 a	6 a	8 a	15 b	9 a	15 b
14 hojas	8 a	10 a	12 a	4 a	3 a	6 a	4 a	9 ab	11 b	6 a
16 hojas	6 a	5 a	8 a	SD	SD	SD	SD	9 a	6 a	6 a
Floración	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	6 a	8 a	9 a

Números seguidos por la misma letra por etapa del cultivo y por localidad no son significativamente diferentes (prueba múltiple de homogeneidad de proporciones).

El nivel crítico para *S. frugiperda* en maíz para grano es 15% de cogollos infestados desde germinación hasta 8 hojas y 30% de cogollos infestados desde 8 hojas hasta floración (Trabanino, 1998). Durante las primeras tres etapas en cada localidad, el nivel de plantas infestadas en el tratamiento de alta liberación no pasó el nivel crítico (apenas durante la etapa de 2 hojas en Catacamas) (Cuadro 3). En el testigo, se pasó el nivel crítico durante cada etapa en Catacamas y durante la etapa 4 en Cantarranas. Además, se pasó el nivel crítico durante tres de las primeras cuatro etapas en el tratamiento de control químico en Catacamas. En la zona seca de San Francisco, los niveles de infestación de plantas fueron demasiado bajos para analizar el éxito de *T. remus* en relación al nivel crítico para larvas.

En masas de huevos silvestres y centinelas recolectadas en El Zamorano y Cantarranas, se observó parasitismo por *Trichogramma* spp. Las especies observadas fueron *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner y *Trichogramma atopovirilia* Oatman y Platner. El porcentaje de masas parasitadas fue aproximadamente 8%. Aunque *Trichogramma* spp. no son buenos parasitoides de masas de huevos del cogollero, su parasitismo contribuye al control biológico total dado por el complejo de enemigos naturales de la plaga.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Telenomus remus parece ser un mejor parasitoide de los huevos de *Spodoptera* spp. que *Trichogramma* spp., las cuales parasitan parcialmente las masas de huevos de

S. frugiperda. *Telenomus remus* es más agresivo en una masa de huevos de *Spodoptera* spp. debido a su tamaño más robusto el cual le permite penetrar todas las capas de la masa y parasitar todos los huevos. Los adultos de *Trichogramma* spp. son más pequeños y más delicados que los de *T. remus*, por lo tanto no pueden penetrar la masa de huevos, especialmente cuando está cubierto con escamas de la polilla, y usualmente parasitan solamente los huevos en la capa más externa de la masa.

Otras especies del género *Telenomus* también parasitan los huevos de noctuidos en la región y son difíciles de distinguir de *T. remus*. En Guatemala y Honduras *Telenomus solitus* Johnson ataca los huevos de un noctuido no identificado, *Trichoplusia ni* (Hübner) (Johnson, 1983), *Mocis latipes* (Guenée) (Cave, 1992) y *S. frugiperda* (RDC, observación personal). *Telenomus minutissimus* Ashmead es un parasitoide nativo en el Caribe donde parasita huevos de *Spodoptera* (Cock, 1985). En su morfología externa estas especies son muy similares a *T. remus*, de tal manera que el único método seguro para separar las especies es por la genitalia masculina, aunque son muy similares en este aspecto también. Cock (1985) menciona que un *Telenomus* sp. comúnmente parasitando huevos de *Spodoptera* spp. en la República Dominicana se cruza con *T. remus* y produce prole fértil. Su interpretación es que la "*T. remus*" introducida y establecida en Barbados y distribuida en el Caribe es posiblemente una raza de *T. minutissimus*. El material en Honduras tiene su origen en Barbados.

Se puede confundir fácilmente *T. remus* con *Telenomus nawai* Ashmead, una especie nativa al Viejo Mundo. *Telenomus remus* no se cruza con *T. nawai* (Cock, 1985).

Telenomus nawai fue liberada en St. Kitts y Trinidad en 1980 para el control de *Spodoptera* spp. (Cock, 1985). Aunque no hay registro de su importación y liberación en Centro América, hay la posibilidad (aunque pequeña) que existe en la región debido a dispersión natural.

A causa de la existencia de especies nativas y exóticas de *Telenomus* que atacan los huevos de *Spodoptera* spp. en la región, la necesidad de una clara taxonomía de estas especies es obvia. Solamente estudios detallados usando métodos tradicionales (i.e. morfología) y moleculares pueden clarificar la situación.

La tecnología para producir masivamente *T. remus* en el laboratorio ya está bien desarrollada. Se estima que el costo para producir 1,000 *T. remus* es de US\$0.50 (Santos, 1998) hasta US\$2.20 (Linares, 1998). Aunque se requieren algunos materiales importados (agar, vitaminas, ácido sórbico y ácido ascórbico) para la dieta artificial, el factor limitante en producción es mano de obra (Román 1998).

Más investigación es necesaria sobre los métodos más apropiados para la liberación de *T. remus*. Hay que determinar precisamente durante cuales etapas fenológicas del cultivo las liberaciones son más efectivas. La cantidad a liberar y la frecuencia de liberación para optimizar la tasa de *T. remus* por masas de huevos requieren más estudio en diferentes zonas con diferentes condiciones climáticas. Hernández *et al.* (1989) reportaron buen control de *S. frugiperda* en Venezuela con liberaciones de 5,000 avispas en 10 ha tres veces durante el ciclo del cultivo. Linares (1998) citó que los agricultores venezolanos obtienen control adecuado liberando 4,000-6,000 avispas por hectarea. Estos mismos agricultores colocan 1,000-1,500 huevos parasitados en recipientes plásticos de 750 ml con miel y distribuyen estos contenedores en el cultivo.

El futuro del uso exitoso de *T. remus* para controlar poblaciones de *S. frugiperda* en América Latina probablemente cae en la habilidad de desarrollar una industria artesanal de insectarios comerciales dedicados a la producción del parasitoide. Ya existe en Venezuela una compañía privada (Servicio Biológico, C.A., Barquisimeto) que ha producido comercialmente *T. remus* desde 1991. También hay insectarios comerciales produciendo *T. remus* en Colombia. Linares (1998) describió como los agricultores en Venezuela crían su propio *T. remus* en una forma artesanal. Laboratorios de instituciones públicas en Perú, Bolivia, República Dominicana y Cuba producen

pequeñas cantidades de *T. remus* para experimentos en el campo (observación personal). Los materiales y equipo necesarios para la producción de *T. remus* en insectarios artesanales no son sofisticados: recipientes para criar larvas de *S. frugiperda* u otra especie en dieta natural o artificial, botellas grandes o jaulas para el parasitismo de huevos, una lupa e insumos como papel periódico, miel y bolsas plásticas son los más básicos. Los programas de desarrollo rural en América Central deben considerar en serio el potencial de *T. remus* para mejorar las economías de comunidades agrícolas con recursos limitados.

LITERATURA CITADA

- Alam, M.M. 1974. Biological control of insect pests of horticultural crops in Barbados. In: C.W.D. Braithwaite, R.H. Phelps y F.D. Bennett (eds.). Crop Protection in the Caribbean. Univ. West Indies, Trinidad.
- Alam, M.M. 1979. Attempts at the biological control of major insect pests of maize in Barbados, W.I. Proceedings of the Caribbean Food Crops Society 15: 127-135.
- Andrews, K.L. 1980. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. Florida Entomologist 63: 456-467.
- Ansari, M.A., A.D. Pawar y D.A. Kumar. 1992. Possibility for biocontrol of tropical armyworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) on potato. Plant Protection Bulletin (Faridabad) 44: 27-31.
- Ballal, C.R., S.K. Jalali y P. Kumar. 1989. Plant effects on host-parasitoid relations between *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Telenomus remus* Nixon. Indian Journal of Plant Protection 17: 97-99.
- Braune, H.J. 1985. Die Entwicklung eines integrierten Pflanzenschutz-Systems in Samoa. Giessner Beitrage zur Entwicklungsforschung, I. 12: 167-182.
- Bughio, A.R., T. Hussain y Z.A. Qureshi. 1994. Host range and rate of parasitism by an egg parasite, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). Proceedings of the Pakistan Congress of Zoology 14: 103-106.
- Cave, R.D. 1992. Inventory of parasitic organisms of the striped grass looper, *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae), in Honduras. Florida Entomologist 75: 592-598.
- Cock, M.J.W. (ed.). 1985. A Review of Biological Control of Pests in the Commonwealth Caribbean and Bermuda up to 1982. Commonwealth Institute of Biological Control, Slough (Reino Unido).
- Cortés, M.R. y K.L. Andrews. 1979. Evaluación de enemigos naturales nativos e importados de las principales plagas de maíz. pag. 1-14. Memoria de la XXV Reunión del PCCMCA. Tegucigalpa, Honduras.

- Dass, R. y B. Parshad. 1983. Influence of age of *Spodoptera litura* (Fabricius) egg on parasitisation by *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Entomological Research* 7: 18-20.
- Dass, R. y B. Parshad. 1984. Rearing of important lepidopterous pests on known artificial diet and screening for preferred hosts of parasite, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Entomological Research* 8: 89-92.
- Earl, S.L. y H.M. Graham. 1984. Interactions between *Chelonus insularis* Cresson and *Telenomus remus* Nixon, parasitoids of *Spodoptera exigua* (Hübner). *Southwestern Entomologist* 9: 326-333.
- Gautam, R.D. 1986a. Effect of different temperatures and relative humidities on the efficiency of parasitoid, *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera) in the laboratory. *Journal of Entomological Research* 10: 34-39.
- Gautam, R.D. 1986b. Influence of different noctuid hosts on the parasitisation by *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera). *Journal of Entomological Research* 10: 70-73.
- Gautam, R.D. 1986c. Effect of cold storage on the adult parasitoid *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera) and the parasitised eggs of *Spodoptera litura* (Fabr.) (Noctuidae: Lepidoptera). *Journal of Entomological Research* 10: 125-131.
- Gautam, R.D. 1986d. Variations in amino acids in fertile and unfertile eggs of *Spodoptera litura* (Fabr.) contribute towards parasitism by *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera). *Journal of Entomological Research* 10: 161-165.
- Gautam, R.D. 1987a. Limitations in mass-multiplication of scelionid, *Telenomus remus* Nixon, a potential egg-parasitoid of *Spodoptera litura* (Fabricius). *Journal of Entomological Research* 11: 6-9.
- Gautam, R.D. 1987b. Cold storage of eggs of host, *Spodoptera litura* (Fabr.) and its effects on parasitism by *Telenomus remus* Nixon (Scelionidae: Hymenoptera). *Journal of Entomological Research* 11: 161-165.
- Gautam, R.D. y T. Gupta. 1994. Mass-multiplication of the cutworm, *Agrotis spinifera* (Hübner). *Annals of Agricultural Research* 15: 64-69.
- Gerling, D. 1972. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). *Bulletin of Entomological Research* 61: 385-488.
- Gerling, D. y A. Schwartz. 1974. Host selection by *Telenomus remus*, a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 17: 391-396.
- Gómez de Picho, H. 1987. Biología de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae). *Revista Peruana de Entomología* 30: 29-32.
- Greene, G.L., N.C. Leppla y W.A. Dickerson. 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology* 69: 487-488.
- Gupta, M. y A.D. Pawar. 1985. Multiplication of *Telenomus remus* Nixon on *Spodoptera litura* (Fabricius) reared on artificial diet. *Journal of Advanced Zoology* 6: 13-17.
- Hernández, D. y F. Díaz. 1995. Efecto de la edad del parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) sobre su capacidad de ovipositura y proporción sexual de la descendencia. *Boletín de Entomología Venezolana* 10: 161-166.
- Hernández, D. y F. Díaz. 1996. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Boletín de Entomología Venezolana* 11: 149-153.
- Hernández, D., F. Ferrer y B. Linares. 1989. Introducción de *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae) para controlar *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) en Yaritagua-Venezuela. *Agronomía Tropical* 39: 199-205.
- Johnson, N.F. 1983. Description of *Telenomus solitus* n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae), a noctuid egg parasitoid. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 85: 226-228.
- Joshi, B.G., G. Ramaprasad, S. Sitaramaiah y C.V.V. Sathyanarayana. 1976. Some observations on *Telenomus remus* Nixon, an egg parasite of the tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (F.). *Tobacco Research* 2: 17-20.
- Joshi, G. y R.S.N. Rao. 1980. Biological control of pests of tobacco. *Proceedings of the 3rd Workshop held at the Punjab Agric. Univ., Ludhiana, Oct. 27-30, 1980*: 81-88.
- Joshi, B.G., S. Sitaramaiah y G. Ramaprasad. 1989. Note on tobacco looper, *Plusia signata* F. as a new host of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera, Scelionidae). *Bulletin of Entomology (New Delhi)* 30: 236-238.
- Kumar, D.A., B.J. Divakar y A.D. Pawar. 1984. Observation on the storage of life stages of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) under low temperature. *Plant Protection Bulletin* 36: 13-14.
- Kumar, D.A., A.D. Pawar y B.J. Divakar. 1986. Mass multiplication of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) on *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Galleridae). *Journal of Advanced Zoology* 7: 21-23.
- Lacayo, L. 1987. Manejo integrado de plagas en Nicaragua: estado actual y perspectiva. *Memoria del IV Congreso Nacional y I Centroamericano de MIP, Guatemala, Guatemala*.
- Lewis, W.J. y D.A. Nordlund. 1984. Semiochemicals influencing fall armyworm parasitoid behavior: implications for behavioral manipulation. *Florida Entomologist* 67: 343-349.

- Linares, B. 1998. Farm family rearing of egg parasites in Venezuela. *Biocontrol News and Information* 19(3): 76N.
- Marascuilo, L.D. y R.C. Serlin. 1988. *Statistical Methods for Social and Behavioral Sciences*. W.H. Freeman and Company, New York.
- Nagarkatti, S. y K.P. Jayanth. 1980. Laboratory studies on natural enemies of *Spodoptera litura* (Fabricius). Proceedings of the 3rd Workshop All-India Coordinated Project on Biological Control of Crop Pest and Weeds, Punjab Agricultural Univ., Ludhiana, India.
- Nixon, G.E.J. 1937. Some Asiatic Telenominae (Hym., Proctotrupeoidea). *Annals and Magazine of Natural History* (10)20: 444-475.
- Nordlund, D.A., W.J. Lewis y R.C. Gueldner. 1983. Kairomones and their use for management of entomophagous insects: XIV. Response of *Telenomus remus* to abdominal tips of *Spodoptera frugiperda* as well as to (Z)-9-tetradecene-1-ol acetate and (Z)-9-dodecene-1-ol acetate. *Journal of Chemical Ecology* 9: 695-701.
- Nordlund, D.A., M.R. Strand, W.J. Lewis y S.B. Vinson. 1987. Role of kairomones from host accessory gland secretion in host recognition by *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum*, with partial characterization. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 44: 37-43.
- Patel, R.C., D.N. Yadav y P.U. Saramma. 1979. Impact of mass releases of *Chelonus heliopae* Gupta and *Telenomus remus* Nixon against *Spodoptera litura* (Fabricius). *Journal of Entomological Research* 3: 53-56.
- Rizo, C.M., C. Narváez y P. Castillo. 1994. Procedimiento para la crianza masiva de insectos noctúidos. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua/Organización de Estados Americanos.
- Román Suárez, D.X. 1998. Bioensayos de campo y análisis económico de la producción del virus de la poliedrosis nuclear *Spodoptera frugiperda*. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Sankaran, T. 1974. Natural enemies introduced in recent years for biological control of agricultural pests in India. *Indian Journal of Agricultural Science* 44: 425-433.
- Santos Erazo, F.E. 1998. Uso combinado de VPN *Spodoptera frugiperda*, *Telenomus remus* y aplicaciones de azúcar para el control biológico del cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en maíz. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Schwartz, A. y D. Gerling. 1974. Adult biology of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) under laboratory conditions. *Entomophaga* 19: 482-492.
- Trabanino, R. 1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebrados en Honduras. Zamorano Academic Press, El Zamorano, Honduras.
- Waddill, V.H. y W.H. Whitcomb. 1982. Release of *Telenomus remus* (Hym.: Scelionidae) against *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) in Florida, USA. *Entomophaga* 27:159-162.
- Welzen, C.R.L. van y J.K. Waage. 1987. Adaptive responses to local mate competition by the parasitoid, *Telenomus remus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 21: 359-36.
- Wojcik, B., W.H. Whitcomb y D.H. Habeck. 1976. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Florida Entomologist* 59: 195-198.
- Yaseen, M. 1979. Introduction of exotic parasites for control of *Spodoptera* and *Heliothis* in Trinidad. *Proceedings of the Caribbean Food Crops Society* 15: 136-141.