

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Respuesta Funcional de *Pselliopus sp* (Hemiptera: Reduviidae) Sobre el Ácaro de
Dos Manchas *Tetranychus urticae* (Koch)

Por:

HURI JACIEL JAIMES CEDILLO

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Respuesta Funcional de *Pselliopus* sp. (Hemiptera: Reduviidae) Sobre el Ácaro de
Dos Manchas *Tetranychus urticae* (Koch)

Por:

HURI JACIEL JAIMES CEDILLO

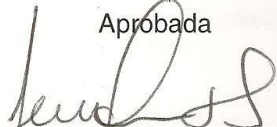
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Aprobada



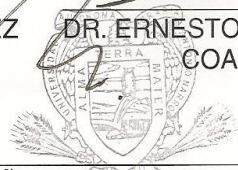
DR. JERONIMO LANDEROS FLORES
ASESOR PRINCIPAL



M.P. JULIO CESAR CHACÓN HERNÁNDEZ
COASESOR



DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ
COASESOR



DR. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2013

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres

Floriberto Jaimes Castro y Teresa Cedillo Miranda, por darme la vida y todo el apoyo que me brindaron para culminar con mis estudios, por el ayer que me dieron yo les dedico todo mi mañana.

A mis Hermanos

Rubén, Floriberto y Hendrish les doy las gracias por los buenos consejos que me llevaron a conquistar el éxito.

A mi Sobrino

Fernando Gael Jaimes Maldonado por ser la luz que iluminó nuestro hogar con su llegada.

A mis Abuelos

Rubén Jaimes, Ma de Jesús Castro, Josefina Miranda, Elena Calderón y Sinforosa Gandarilla por llenarme de entusiasmo e ilusiones para llegar a la cima del éxito.

A mis Tíos Paternos

Cary, Juan Carlos, Rubén, Vicky, Aldegundo, Gris, Javier, Argelia, Irving, Andrés y Gabriel que me brindaron sus sabios consejos.

A mis Tíos Maternos

Ignacio, Juan, Armando y Nancy por apoyarme sin recibir nada a cambio.

A mis primos

Jaimes y Cedillo por pasar una infancia juntos llena de gozo y sin preocupaciones.

A mi Novia

Gaby por estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi formación

DEDICATORIAS

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi Alma Mater

Porque me recibió con las puertas abiertas para formarme profesionalmente, es por eso que viviré eternamente agradecido.

A mi Asesor Principal

Dr. Jerónimo Landeros Flores, por haber aceptado ser parte de este valioso trabajo.

A mis Coasesores

Dr. Ernesto Cerna Chávez por todo el apoyo incondicional brindado para que este trabajo pudiese realizarse con éxito.

M.P. Julio Cesar Chacón Hernández por sus aportaciones, revisiones y sugerencias que me ayudaron a hacer un excelente trabajo de investigación.

M.C. Salvador Ordaz Silva por su dedicación la cual valió la pena para culminar el trabajo satisfactoriamente.

M.C. Agustín Hernández Juárez por el tiempo que se dedicó para que este trabajo llegara a su fin.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v,vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i> Koch.....	3
Importancia y Tipo de Daño.....	3
Distribución.....	5
Ubicación Taxonómica.....	6
Aspectos Biológicos y de Comportamiento.....	6
Huevo.....	6
Larva.....	7
Ninfa.....	7
Adulto.....	7
Proporción de Sexos.....	9
Diapausa.....	10
Importancia de Reduviidae y Generalidades de <i>Pselliopus sp</i>	10
Distribución.....	12
Ubicación Taxonómica.....	13
Aspectos Biológicos y de Comportamiento.....	13
Importancia del Control Biológico.....	14
Importancia de la Respuesta Funcional.....	14
Modelo de Holling.....	15
Modelo de Rogers.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	19

Localización del Trabajo.....	19
Origen de los Insectos.....	19
Respuesta Funcional.....	20
Análisis de Datos.....	21
RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
CONCLUSION.....	30
BIBLIOGRAFIA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Medias observadas \pm desviación estándar de hembras Adultas de <i>Tetranychus urticae</i> , consumidas por <i>Pselliopus sp</i> durante un periodo de 24 horas con $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ con 60% HR (X^2 Tabla 0.05, $7\text{gl}=14.0671$).....	24
2	Valores de los parámetros de la respuesta funcional mediante la ecuación del disco de Holling (1959).....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1	Vista estereoscópica de hembras Adultas de <i>Tetranychus urticae</i>	8
2	Vista estereoscópica de un adulto de <i>Pselliopus sp</i>	11
3	Curva de Respuesta funcional Tipo I, Lineal (Holling, 1959).....	15
4	Curva de Respuesta funcional Tipo II, Asintótica (Holling, 1959).....	16
5	Curva de Respuesta funcional Tipo III, Sigmodial (Holling, 1959).....	17
6	Obtención de hembras adultas de <i>Tetranychus urticae</i> para realizar los bioensayos.....	19
7	Técnica de la hoja-arena; A) Hoja de frijol, B) Barrera de papel absorbente, C) Esponja, D) Caja Petri (Abou-Setta y Childers, 1987).....	20
8	Tratamiento ninfa de primer instar de <i>Pselliopus sp</i> contra <i>T. urticae</i>	21
9	Vista estereoscópica de <i>Pselliopus sp</i> depredando a <i>T. urticae</i>	26
10	Estimación de la Respuesta Funcional a través del modelo de asignación aleatoria (Rogers, 1972) de <i>Pselliopus sp</i> a diferentes densidades de <i>Tetranychus urticae</i>	27

RESUMEN

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) está catalogado como una de las especies que más problemas ocasiona a la agricultura en el mundo. Este organismo es conocido comúnmente como araña de dos manchas, se alimenta succionando el contenido de las células de plantas y los daños ocasionados incluyen telarañas, punteado fino foliar, amarillamiento, caída de las hojas e incluso la muerte de la planta. Se ha encontrado que los daños causados por los ácaros a las plantas debido a sus hábitos alimenticios, dependen generalmente de las condiciones del medio ambiente, del estado fisiológico de la planta y de la naturaleza de las sustancias inyectadas como toxinas o reguladores de crecimiento. Por todo lo anterior se consideró importante evaluar la capacidad de *Pselliopus* sp como agente regulador de poblaciones de *T. urticae*.

Existe una importancia ecológica de los reducidos y se debe a su función como depredadores y herbívoros, llevando a cabo interacciones con otros insectos y con ciertas plantas, además de que sirven como alimento para otras especies. El género *Pselliopus*, al igual que la mayor parte de los reducidos, son depredadores de insectos y otros artrópodos terrestres, mostrando una coloración llamativa, y para cazar se posan sobre plantas a la espera de sus presas, las cuales capturan con sus patas anteriores para de inmediato insertar el pico o rostro y paralizarlas. Uno de los métodos alternativos es el control biológico, basado en el uso de los enemigos naturales de la plaga, con el fin de disminuir su densidad. Para esto, es fundamental conocer las interacciones que se presentan entre el depredador y su presa.

Palabras clave: succionando, telarañas, toxinas, reducidos, depredadores, control biológico.

INTRODUCCIÓN

La arañita roja, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es una de las principales plagas de hortalizas y otros cultivos de importancia económica (Opit *et al.*, 2004; Liburd *et al.*, 2007). Este organismo es conocido comúnmente como araña de dos manchas, se alimenta succionando el contenido de las células de plantas y los daños ocasionados incluyen telarañas, punteado fino foliar, amarillamiento, caída de las hojas e incluso la muerte de la planta (Helle y Sabelis, 1985). Desafortunadamente, el control químico de esta plaga tiene limitaciones debido al desarrollo de resistencia (Tsagkarakou *et al.*, 2002).

El mayor problema que se enfrenta con el control químico de este ácaro es su habilidad para desarrollar resistencia después de unas pocas generaciones (Stumpf y Nauen 2001, 2002). Para el manejo integrado de este ácaro se han utilizado diversos enemigos naturales con excelentes resultados. Otra herramienta que puede ser utilizada es el uso de variedades de plantas resistentes (Tadmor *et al.*, 1999), las que pueden reducir la velocidad de la tasa de incremento de las poblaciones de ácaros o incrementar la habilidad de la planta para tolerar el ataque de éstos (Archer *et al.*, 1990).

Por mucho tiempo han existido ejemplos del uso de enemigos naturales para el control de plagas y quizá el caso más antiguo data de al menos 800 años. Sin embargo, el control biológico nace como un método científico hacia finales del siglo XIX (Rodríguez y Arredondo, 2007). Inicialmente el control biológico se utilizó solo para insectos, aunque en la actualidad existen también otros tipos de control biológico como es el caso de enfermedades de plantas causadas por bacterias u hongos (Guerrero, 2009).

Un depredador debe ser evaluado de acuerdo a: su adaptabilidad a medios heterogéneos, capacidad de búsqueda, respuesta numérica, respuesta funcional, sincronización espacio-temporal con la presa y especificidad (Huffaker *et al.*, 1974).

La familia Reduviidae, comúnmente conocida como chinches asesinas, es una de las tres familias con más especies del orden Hemiptera y la segunda más grande del suborden Heteroptera, existe una importancia ecológica de los reduvidos y se debe a su función como depredadores (Forero,2008; Brailovsky y Barrera, 2004). El género *Pselliopus*, al igual que la mayor parte de los reduvidos, son depredadores de insectos y otros artrópodos terrestres (Brailovsky y Barrera, 2004).

Por todo lo anterior se consideró importante evaluar la capacidad de *Pselliopus* sp como agente regulador de poblaciones de *T. urticae*. Para lo anterior se planteó como objetivo fundamental determinar la eficiencia de la capacidad de *Pselliopus* sp sobre de *T. urticae* en vitro mediante la evaluación de su respuesta funcional.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades de *Tetranychus urticae* Koch

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) está catalogado como una de las especies que más problemas ocasiona a la agricultura en el mundo. Su alto potencial reproductivo le permite incrementar la población rápidamente, de tal manera que en un corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman medidas de control pertinentes (Gould, 1987).

Flores *et al.* (1998) mencionan que los tetraniquidos son el grupo más importante de ácaros plaga. Todos sus miembros son fitófagos, poseen quelíceros muy modificados, las bases de éstos se fusionan para formar un estilóforo. El dedo móvil está modificado en un estilete (el dedo fijo se pierde) y penetra en el tejido de la planta (Jeppson *et al.*, 1975).

Importancia y tipo de daño de *Tetranychus urticae*

El ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*) antiguamente formaba parte de un complejo de cerca de 59 sinónimos descritos para diferentes hospederos (Jeppson *et al.*, 1975). Estos autores también mencionan que los ácaros de este complejo de arañas rojas se les reporta atacando a más de 150 especies de plantas cultivadas, por tal motivo es difícil conocer con exactitud las especies de plantas dañadas únicamente por *T. urticae*. Sin embargo, se sabe que esta especie es un serio problema en frutos deciduos, árboles de sombra y arbustos especialmente en climas templados.

T. urticae, se alimenta del contenido celular de las plantas, por lo cual ocasiona la reducción del contenido de clorofila y daño físico al mesófilo esponjoso y de empalizada; además, se ha determinado que los tejidos afectados, los estomas, tienden a permanecer cerrados, lo que disminuye la tasa de transpiración (Sánchez, 1998).

Se ha encontrado que los daños causados por los ácaros a las plantas debido a sus hábitos alimenticios, dependen generalmente de las condiciones del medio ambiente, del estado fisiológico de la planta y de la naturaleza de las sustancias inyectadas como toxinas o reguladores de crecimiento, los tetraníquidos al alimentarse introducen sus estiletes en los tejidos de las plantas provocando un daño mecánico el cual consiste en la remoción del contenido celular, los cloroplastos desaparecen y se aglutinan pequeñas cantidades de material celular coagulado, originando manchas de color ámbar (Jeppson *et al.*, 1975).

La araña roja desarrolla sus colonias en el envés de las hojas, los daños ocasionados por esta plaga se deben a que se alimentan de las células de la hoja. Se estima que cada individuo destruye alrededor de 20 células por minuto., clavando sus quelíceros transformados en estiletes en la pared de una célula epidérmica hasta vaciarla total o parcialmente (Sadrás *et al.*, 1998).

El daño en general consiste en la remoción del contenido celular, quedando la célula prácticamente vacía, con ligero contenido del material, el cual se seca para formar una mesa color ámbar. Cuando hay pocos individuos sobre la superficie foliar, éstos causan daños aislados en las células, pero a medida que la población aumenta y la alimentación continúa, se incrementa el tamaño de las

manchas cloróticas, hasta afectar completamente la superficie foliar, causando necrosis y caída de las hojas (Aponte y McMurtry, 1997).

Distribución de *Tetranychus urticae*

La especie *T. urticae* se encuentra ampliamente distribuida en el mundo principalmente en zonas templadas. Jeppson (1975) menciona que estos organismos son encontrados en cualquier parte del mundo donde florecen plantas cultivadas de tipo alimenticio, industrial y ornamental, con frecuencia dañando o matando a los hospederos que parasitan.

Smith (1981) reporta desde Sudafrica a *T. urticae* atacando a cultivos de algodónero, crisantemo y rosales y a *T. cinnabarinus* dañando algodónero, fresa y tomate.

La especie *T. urticae* es muy conocida en árboles frutales deciduos de la región boreal de Estados Unidos de América (Tuttle y Baker, 1968). En México se reporta en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán y en menor grado en Jalisco, Estado de México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En los estados de Puebla, Morelos, Estado de México y Guanajuato ocasionan pérdidas en cacahuate, fresa y papayo (Estébanez, 1989).

Ubicación Taxonómica

T. urticae según Krantz (1970) se ubica en los siguientes taxa:

Phyllum: Arthropoda

Subphyllum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acarida

Orden: Acariformes

Suborden: Prostigmata

Superfamilia: Tetranychoidae

Familia: Tetranychidae

Subfamilia: Tetranychinae

Tribu: Tetranychini

Género: *Tetranychus*

Especie: *T. urticae*

Aspectos Biológicos y de Comportamiento

Huevo

Los huevos de *T. urticae* miden en promedio entre 110 y 150 μm . Son de color translúcido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se va

desarrollando el embrión, la superficie del corion es lisa con leves irregularidades. En la última etapa del desarrollo embrionario se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevo (Crooker, 1985).

Larva

Son redondas y poseen tres pares de patas. Al emerger del huevo son blancas y únicamente se les nota las manchas oculares de color rojo carmín. Conforme pasa el tiempo se tornan de color verde claro y las manchas dorsales de color gris se empiezan a volver aparentes (Jeppson *et al.*, 1975).

Ninfa

Las protoninfas son ovaladas y poseen cuatro pares de patas. Son de color verde claro con manchas dorsales bien definidas y peritremas en forma de hoz. La deutoninfa es muy similar a la protoninfa de tal forma que resulta difícil diferenciarlas, es ligeramente más oscura, de mayor tamaño y se les puede reconocer el sexo (Jeppson *et al.*, 1975).

Adulto

El macho es de coloración más pálida y más pequeño que la hembra. Posee un abdomen puntiagudo y tiene el mismo número de setas que la hembra. Las manchas dorsales son casi imperceptibles y de color gris. El primer tarso presenta cuatro pares de setas táctiles y dos sensoriales próximas a la dúplex proximales. La primer tibia presenta nueve setas táctiles y cuatro sensoriales. Las hembras pueden ovipositar hasta 300 huevecillos en todo su ciclo, lo que les permite tener un alto potencial reproductivo. Si no se toman las medidas adecuadas para su manejo, esta plaga puede ocasionar deshidratación masiva del follaje y muerte de las plantas en pocos días, rebasando así los umbrales económicos de los cultivos afectados como frutales y hortalizas (Goodwin *et al.*, 1995). La duración de desarrollo total varía mucho con la temperatura, la humedad y la planta huésped. En general hay 3 veces más hembras que machos. A menudo un macho hace la guardia encima de una deuteroninfa hembra en su etapa de reposo para

aparearse en cuanto haya terminado su desarrollo. Hembras no fecundadas solo producen descendientes machos. La hembra pone la totalidad de sus huevos en 10 días a 35°C y en 40 días a 15°C. A 20°C pone aproximadamente 40 huevos en total. Bajo circunstancias favorables puede poner hasta 100 huevos. Con tiempo caliente y seco la araña roja puede desarrollarse muy rápido (Goodwin *et al.*, 1995).

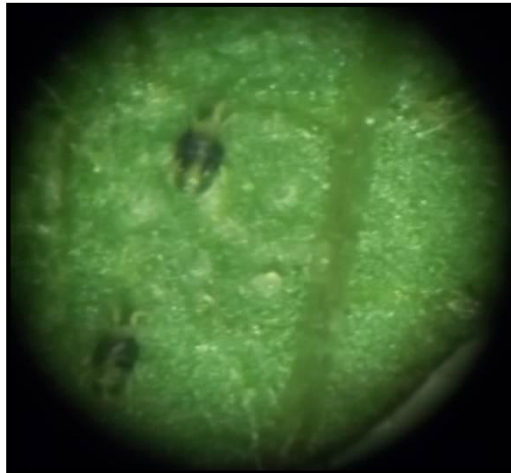


Figura. 1. Vista estereoscópica de hembras Adultas de *Tetranychus urticae*.

El ciclo biológico de *T. urticae* es típico de ácaros de clima cálido. Completan su desarrollo desde huevo hasta adulto en 7 – 8 días a 27.5 – 32.5 ° C y todos los estadios de vida se presentan a todo lo largo del año dependiendo de las condiciones ambientales (Helle y Sabelis, 1985). El desarrollo se realiza más lentamente cuando la temperatura es mínima, requiriendo de hasta cuatro semanas para la duración del ciclo total. Las plantas huésped, la nutrición de la misma, la edad de la hoja, y el estrés de humedad también influyen en el desarrollo del ácaro de dos manchas (Helle y Sabelis, 1985).

Temperaturas elevadas (27 a 32°C en promedio anual) y precipitaciones bajas (30 a 60 mm anuales) favorecen el incremento de las poblaciones con una

descendencia de 100 a 200 crías por hembra, demostrando el potencial reproductivo de esta especie y el crecimiento exponencial de sus poblaciones. Como resultado de su desarrollo rápido y ciclo de vida corto, tienen muchas generaciones superpuestas y alcanzan en tiempo breve, niveles de infestación altos (Molinari *et al.*, 2006).

Todos los ácaros de la familia Tetranychidae pasan por las fases inmaduras de larva, protoninfa, deutoninfa y finalmente adulto. Los estados inmaduros se alimentan y entre cada uno de ellos hay periodos intermedios de quiescencia llamados protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida respectivamente. Durante los periodos de inactividad, el ácaro se adhiere al substrato y forma una cutícula (Crooker, 1985).

Proporción de Sexos

La proporción de sexo según Overmeer (citado por Helle y Pijnacker, 1985) depende esencialmente de la cantidad de esperma transferido a la hembra, si durante el apareamiento se interrumpe la cópula se produce un número inferior de hijas. En tanto que si se completa habrá una descendencia mayor de ellas, pudiéndose considerar como normal una producción de tres hembras por cada macho. Helle y Pijnacker (1985) mencionan a su vez que en caso de que las hembras no hayan sido fecundadas se producirán machos por partenogénesis.

Diapausa

El fenómeno de diapausa en el ácaro de dos manchas ha sido estudiado por un buen número de acarólogos (Van de Vrie *et al.*, 1972; Veerman, 1985). Así por ejemplo, Veerman (1977) comenta que se ha demostrado ampliamente la importancia del fotoperíodo en la inducción de la diapausa en arañitas rojas. Bondarenko, en 1950 fue el primero en reportar que *T. urticae* entraba en diapausa bajo la inducción de días cortos, de modo que bajo un régimen de cuatro horas luz por día indujeron la diapausa en la totalidad de los individuos de una colonia del ácaro de dos manchas. Bajo un régimen de 15 horas luz no existe diapausa.

Importancia de Reduviidae y Generalidades de *Pselliopus* sp

Existe una importancia ecológica de los reduvidos y se debe a su función como depredadores y herbívoros, llevando a cabo interacciones con otros insectos y con ciertas plantas, además de que sirven como alimento para otras especies (Ross *et al.*, 1982).

El género *Pselliopus*, al igual que la mayor parte de los reduvidos, son depredadores de insectos y otros artrópodos terrestres, mostrando una coloración llamativa, y para cazar se posan sobre plantas a la espera de sus presas, las cuales capturan con sus patas anteriores para de inmediato insertar el pico o rostro y paralizarlas (Brailovsky y Barrera, 2004). Las especies de este género son de una coloración llamativa rojiza y amarillenta, caracterizándose por tener en

el hemélitro una areola cuadrangular; el segmento I del pico es más corto que el II; el fémur anterior es más corto que el posterior (Fracker, 1912).

Los redúvidos presentan colores oscuros como negro y café de colores brillantes. La cabeza usualmente alargada con la parte de atrás de los ojos en forma de cuello; el pico es curvado, corto y de tres segmentos, este reposa en un surco estriado longitudinal en el prosternón. El abdomen es generalmente ancho por lo que las alas no cubren los márgenes laterales (Borrór *et al.*, 1989). La longitud varía entre 12 y 36 mm; existen especies alargadas y delgadas; algunas presentan el fémur frontal con poderosos músculos para sujetar a sus presas mientras se alimentan de ellas (Milne, 1997). El tórax está dividido en tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax. En la parte superior del protórax está el pronotum, la parte dorsal central es llamada disco y los lados de éste son los márgenes laterales; a los ángulos donde se encuentran estos márgenes se les llama humero o ángulos laterales. Posterior al pronotum justo encima del mesotórax y metatórax se encuentra una estructura triangular llamada escutellum, localizado en medio de los dos pares de alas (Slater y Baranowski, 1978).



Figura. 2. Vista estereoscópica de un adulto de *Pselliopus* sp.

El género *Pselliopus* *sp* suele ser gregario, particularmente en el otoño, ya que se encuentra a veces hospedándose entre las grietas de los troncos de los árboles de madera de larga vida (Blatchley, 1926).

Distribución

La familia Reduviidae, comúnmente conocida como chinches asesinas, es una de las tres familias con más especies del orden Hemiptera y la segunda más grande del suborden Heteroptera, con más de 6,000 especies descritas en un amplio rango de hábitats (Schuh y Slater,1995; Forero,2008; Weirauch y Schuh, 2011) De las subfamilias de Reduviidae, Harpactorinae es la más grande en términos de número de especies descritas, con más de 2000 (Maldonado,1990;PutshkovyPutshkov,1985) Brailovsky *et al.*, (2007) mencionan que el género *Pselliopus* es exclusivamente americano, el cual incluye 22 especies, de las cuales 15 se distribuyen en México y 3 para los Estados Unidos de América, (*P. barberi* Davis, *P. cinctus* Fabricius y *P. latifasciatus* Barber),una está reportada para Canadá, una para Guatemala, y dos en Argentina y Brasil.

Ubicación Taxonómica

Según Latreille (1807) ubica a *Pselliopus sp* en los siguientes taxa:

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Heteroptera

Superfamilia: Cimicomorpha

Familia: Reduviidae

Subfamilia: Harpactorinae

Género: *Pselliopus*

Especie: *Pselliopus sp*

Aspectos Biológicos y de Comportamiento

Los miembros de este Género presentan metamorfosis incompleta. Las hembras colocan sus huevos generalmente agrupados, dejándolos en plantas, en troncos o en el suelo, la mayoría son de forma elíptica, aunque otros tienen formas más complejas. Las ninfas pasan a través de cinco instares, en el tercer y cuarto instar las alas aún son pequeñas; en el quinto instar estas llegan a estar bien desarrolladas (Slater y Baranowski, 1978).

Importancia del Control Biológico

El control biológico involucra el uso de poblaciones de enemigos naturales para reducir poblaciones de plagas a densidades menores, ya sea temporal o permanentemente. Las experiencias que se han tenido en el control biológico de plagas indican que es posible utilizar el control biológico por conservación, el control biológico clásico y el control biológico aumentativo (Van Driesche *et al.*, 2007).

Uno de los métodos alternativos es el control biológico, basado en el uso de los enemigos naturales de la plaga, con el fin de disminuir su densidad. Para esto, es fundamental conocer las interacciones que se presentan entre el depredador y su presa. Las dos variables se encuentran interrelacionadas, ya que la tasa de muerte de presas depende del número de depredadores y de su eficiencia de búsqueda (García *et al.*, 2007)

Importancia de la Respuesta Funcional

McMurtry (1982) registra dentro de las características que determinan la eficiencia de un depredador la voracidad de éste y Sabelis (1985) refiere que la respuesta funcional es una de las características de la eficiencia depredadora de una especie. La respuesta funcional de un depredadores un factor clave en la dinámica poblacional de los sistemas depredador-presa (Schenk y Bacher, 2002).La respuesta funcional puede determinar si un depredadores capaz de regularla densidad de su presa (MurdochyOaten, 1975).

La importancia de la respuesta funcional es la que determina el cambio del número de presas muertas por un depredador por unidad de tiempo, como función del cambio en la densidad de presa (Solomon, 1949), donde la máxima cantidad de presas muertas está determinada por el efecto combinado del tiempo de manipulación y la saciedad del depredador (Holling, 1961).

Modelo de Holling

Holling (1961) reporta que los componentes de la respuesta funcional son: la tasa de éxito en la búsqueda, tiempo de exposición, tiempo de manipuleo, hambre, aprendizaje del depredador, inhibición por la presa, explotación, interferencia entre depredadores, facilidad social y el aprendizaje de la presa a evitar ser depredada.

Este mismo autor clasifica la respuesta funcional en tres tipos: La de tipo I, (figura 3) en la cual el depredador consume sus presas en un principio en forma uniforme en relación al tiempo y llega un momento en que se estabiliza es decir ya no aumenta su consumo.

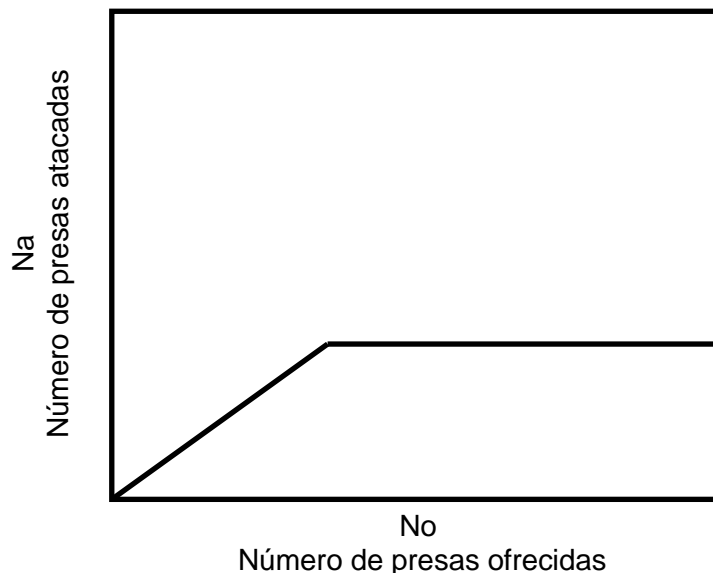


Figura 3. Curva de Respuesta funcional Tipo I, Lineal (Holling, 1959).

En la respuesta funcional de tipo II, la tasa de consumo aumenta con la densidad de la presa, (Figura No.4), pero disminuye la velocidad de aumento hasta alcanzar una plataforma en la que la tasa de consumo permanece constante, independientemente de la densidad de la presa. La explicación de Holling (1959) para la respuesta de tipo II puede ser resumida del siguiente modo. Un consumidor ha de dedicar un cierto tiempo de manipulación a cada presa que consume (es decir, perseguir, dominar y consumir la presa, y luego prepararse para la siguiente búsqueda). A medida que aumenta la densidad de las presas, cada vez resulta más fácil encontrar una. Sin embargo, la manipulación de una presa continúa exigiendo el mismo tiempo, y por lo tanto la manipulación total ocupa una proporción creciente del tiempo de consumidor hasta llegar a una densidad tal de las presas que el consumidor pasa realmente todo su tiempo manipulándolas. Por consiguiente, la tasa de consumo se aproxima y alcanza luego un máximo (plataforma) determinado por el número máximo de tiempos de manipulación que caben en el tiempo total disponible.

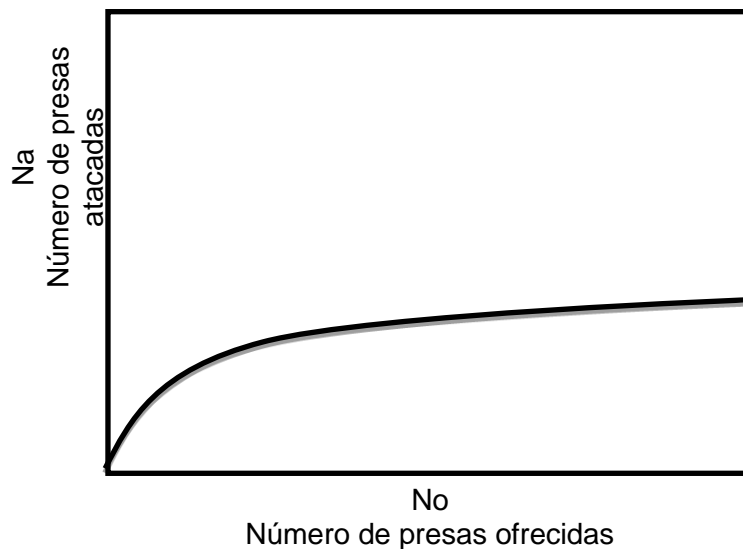


Figura 4. Curva de Respuesta funcional Tipo II, Asintótica (Holling, 1959).

Por último, la respuesta funcional de tipo III, tiene la misma explicación que esta última. Sin embargo, cuando la densidad de la comunidad es baja, la

respuesta de tipo III tiene una fase de aceleración durante la cual un incremento de la densidad conduce a un aumento más que lineal de la tasa de consumo. Por lo tanto, en conjunto, una respuesta de tipo III es sigmodial o en "S", (Figura No.5).

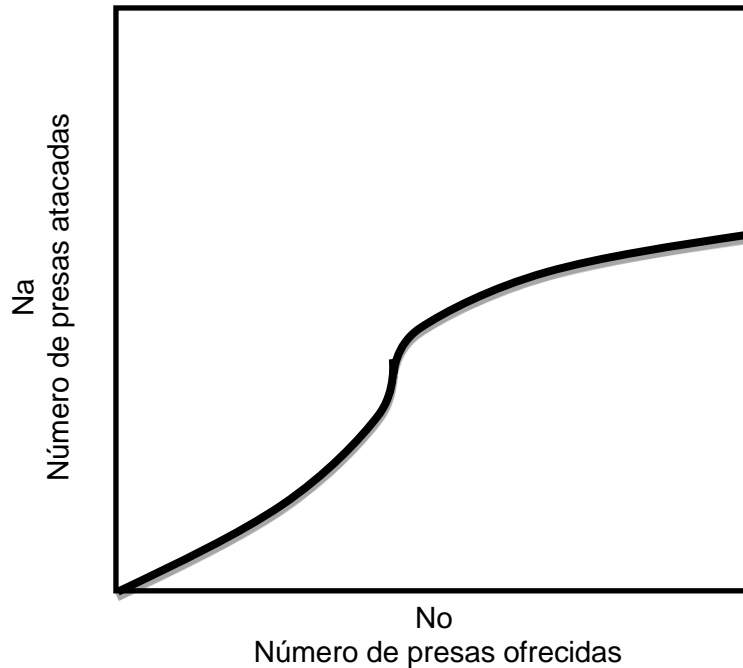


Figura 5. Curva de Respuesta funcional Tipo III, Sigmodial (Holling, 1959)

Modelo de Rogers

Un modelo alternativo, conocido como "ecuación del depredador al azar" que tiene las mismas restricciones que el modelo mencionado anteriormente pero que permite el agotamiento de la presa, siendo esta la ecuación:

$$N_c = N \{1 - \exp [a(T_m N_c - T)]\}$$

La cual integra la tasa instantánea de la depredación sobre la duración total del experimento (T) suponiendo un decrecimiento exponencial en la densidad de la presa. Resulta apropiado en experimentos en los cuales no se observa continuamente a los predadores (Houck y Strauss, 1985).

Sustituyendo esta ecuación:

$$a = (d + bN)/(1 + cN)$$

En la ecuación anterior la respuesta de tipo III es la siguiente:

$$N_c = N \{1 - \exp [(d + bN)(T - T_c)/(1 + cN)]\} \text{ (Hasell, 1980).}$$

MATERIALES Y METODOS

Localización del trabajo

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Las especies que se utilizaron para el estudio de depredación fueron *T. urticae* como presa y *Pselliopus sp* como depredador.

Origen de los Insectos

La colonia de *Tetranychus urticae* se inició con material biológico recolectado en huertas de manzano en la localidad de Huachichil, Municipio de Arteaga, Coahuila. Los ácaros recolectados en campo (previamente identificados) fueron colocados en plantas de frijol para incrementar la población, bajo condiciones de invernadero a una temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figura 6). Para realizar los bioensayos solo se utilizaron hembras adultas del ácaro. El depredador fue obtenido directamente de campo en la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí. Se recolectaron masas de huevos de la chinche y se trasladaron al laboratorio de Taxonomía de Insectos del Departamento de Parasitología. Se utilizaron ninfas de primer instar, 24 horas después de su eclosión, (figura 8) para la realización del experimento.



Figura 6. Obtención de hembras adultas de *Tetranychus urticae* para realizar los bioensayos.

Respuesta Funcional

El estudio de respuesta funcional se evaluó con hembras adultas de *T. urticae*, establecido en una cámara bioclimática mediante la técnica de hoja arena (Figura 7) (Ahmadi, 1983), que consiste en la utilización de discos de hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) durante 24 horas de luz continua. La unidad experimental consistió de una caja de Petri de plástico de 5.5 cm de diámetro con un disco de papel húmedo de 5.4 cm de diámetro en el interior y un disco de hoja de frijol del mismo tamaño con la parte abaxial hacía arriba.

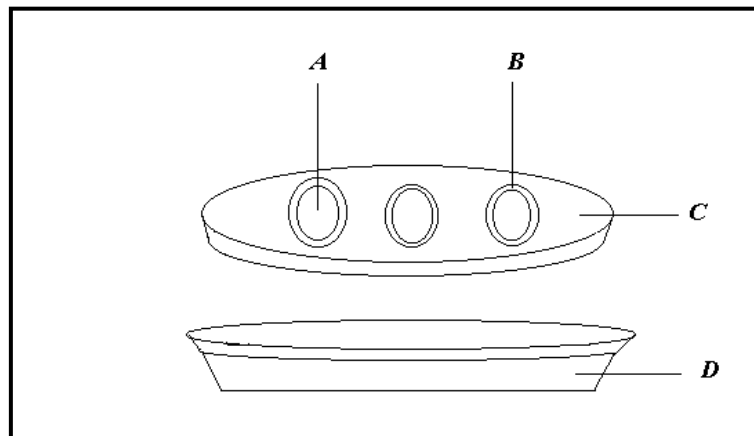


Figura 7. Técnica de la hoja-arena; A) Hoja de frijol, B) Barrera de papel absorbente, C) Esponja, D) Caja Petri.

El número de adultos hembras de *T. urticae* por hoja se ajustaron a 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 80 individuos. Posteriormente se colocó un espécimen de primer instar de *Pselliopus* sp con 24 horas de ayuno en cada densidad de la presa. Para cada tratamiento se desarrollaron 10 repeticiones con un tiempo de exposición de 24 horas.



Figura 8. Tratamiento de ninfa de primer instar de *Pselliopus sp* contra *T. urticae*.

Análisis de Datos.

Los datos de depredación (Respuesta funcional) se analizaron mediante un análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey a ($P \leq 0.05$) procesando los datos en el software SAS (SAS, 2001). Además de lo anterior se recurrió a un ajuste de los valores del número de presas muertas observadas entre los estimados (Modelo de Rogers), bajo una prueba de concordancia χ^2 al cinco por ciento (Zar, 1974). A su vez se calculó el coeficiente de determinación R^2 para determinar la proporción de varianza común entre las presas muertas (variable dependiente) y la densidad de la presa (variable independiente).

Para simular la respuesta funcional se utilizó el modelo de Holling (1959), donde la ecuación es:

$$N_a = \frac{a'N_0T}{1 + a'N_0Th}$$

Donde N_0 es la densidad de la presa inicial, N_a es el número de presas atacadas durante un intervalo de tiempo T , a' y Th corresponden a la tasa de

ataque y tiempo de manipulación del depredador, respectivamente. Los resultados del experimento de la respuesta funcional fueron analizados ajustando los datos del modelo y las estimativas de los parámetros se realizaron a través del proceso iterativo del algoritmo Marquardt del procedimiento para modelos no lineales PROC NLIN de SAS/STAT (Marquardt, 1963; SAS, 2001) Posteriormente mediante el método del Jack-Knife (Meyer *et al.*, 1986) se estimaron las medias y varianzas del coeficiente de ataque y el tiempo de manipuleo.

Se empleó el Modelo de Rogers (1972), para graficar la respuesta funcional y obtener los valores estimados, debido a que Holling (1959) no considera la reducción de la presa con el consumo del depredador durante un tiempo de exposición fijo: $N_a = N_0\{1 - \exp[a(ThN_a - T)]\}$, los estimados se obtuvieron a través del procedimiento para modelos no lineales PROC NLIN de SAS/STAT (SAS, 2001).

La eficiencia de búsqueda del depredador fue calculada de la cantidad de presas muertas y ofrecidas atreves de la ecuación:

$E = N_a / N_0$, donde:

N_a : número de presas consumidas, y

N_0 : número de presas ofrecidas.

Del modelo de Holling se obtuvieron el tiempo de manipulación (Th) y la tasa de ataque (a'), y del Th se deriva el tiempo total de manipulación el cual fue obtenido por la ecuación.

$Th_{Total} = Th \times N_a$

Y a su vez el tiempo de búsqueda (T_s) fue determinado por la ecuación (Juliano y Williams, 1987; Elliot, 2003)

$$T_s = T - T_{hTotal}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Ajustando una respuesta funcional de tipo II a los datos, éstos nos conducen a los siguientes resultados. La tasa de depredación tendió a disminuir con la densidad de la presa, probablemente debido a un aumento en la saciedad del depredador en los focos de mayor densidad. La depredación de *Pselliopus sp* sobre *T. urticae* fue en promedio 1, 2, 4, 7.4, 12.7, 30.1, 56.3 y 58.8 presas muertas para las densidades 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 80 respectivamente (Cuadro 1). Otros estudios sobre depredación de redúvidos han reportado una respuesta funcional de tipo II (Ambrose *et al.*, 2008, Ambrose y Sahayaraj, 1996, Claver *et al.*, 2002 Sahayaraj, 1995; Sahayaraj y Asha, 2010).

Cuadro 1.-Medias observadas \pm desviación estándar de hembras adultas de *Tetranychus urticae*, consumidas por *Pselliopus sp* durante un periodo de 24 horas con $27\pm 2^\circ\text{C}$ con 60% HR (X^2 Tabla 0.05, 7gl=14.0671)

No	Na \pm SE		N _R	X ²
1	1 \pm 0.00	e	1	9.93936E-18
2	2 \pm 0.00	e	2	3.73757E-17
4	4 \pm 0.00	de	4	2.64253E-16
8	7.4 \pm 1.26	d	7.9	0.044999973
16	12.7 \pm 6.45	c	15.9	0.68062425
32	30.1 \pm 2.64	b	31.1	0.112699027
64	56.3 \pm 4.00	a	56.3	2.14477E-09
80	58.8 \pm 2.74	a	58.8	1.09692E-06
a'	1.04745 \pm 0.1738*			$\Sigma=0.838324$
Th	0.00405 \pm 0.0013*		R²=0.9980	

Medias con la misma letra no muestran diferencia significativa con una prueba de rangos múltiples de Tukey, ($p \leq 0.05$). No: Número de presas ofrecidas. N_R: Estimados Rogers, (1972). X²: Ji-cuadrada. R²: Coeficiente de determinación, a': tasa de ataque Holling (1979), Th: tiempo de manipulación Holling (1979) Error estándar Jackknife.

Las pruebas de laboratorio pueden mostrar si un enemigo natural es exitoso o no; sin embargo, una introducción a nivel de campo y su establecimiento es la prueba real ya que otras variables pueden interferir en el comportamiento del

depredador. Y a su vez se espera que contribuya significativamente a la comprensión de la dinámica poblacional de *Tetranychus urticae* y *Pselliopus sp.*

Coincidiendo con Holling (1959) con respecto al número de presas consumidas por depredador, en un principio hay un alto consumo de presa conforme la densidad ofrecida va aumentando hasta estabilizarse y llegar a un punto de consumo máximo a la mayor densidad de presa ofrecida (Figura 4). La alimentación diaria de la chinche *Pselliopus sp* con hembras adultas de *T. urticae* aumentó a un ritmo acelerado cuando la densidad de la presa estuvo entre 4 y 64 presas. La tasa de depredación comenzó a estabilizarse con una densidad de presas de 64 y 80 ácaros. La meseta de consumo se alcanzó a aproximadamente a un promedio 58.8 presas por día. El número promedio de hembras adultas consumidas por un depredador por día fue de 58.8 ± 2.74 , que van desde 1 a 80. La tasa diaria de depredación aumenta gradualmente cuando la presa *T. urticae* fue proporcionada en las crecientes densidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de los parámetros de la respuesta funcional mediante la ecuación de Holling (1979).

No	Na	T Th	Ts	Na Máximo	E
1	1	0.0044	0.9956		1
2	2	0.0088	0.9912		1
4	4	0.0162	0.9838		1
8	7.4	0.0339	0.9661		0.93
16	12.7	0.0716	0.9284		0.79
32	30.1	0.1219	0.8781		0.94
64	56.3	0.2550	0.7450		0.88
80	58.8	0.2599	0.7401	58.8	0.74

No: presas ofrecidas, Na: Presas consumidas, Ts: tiempo de búsqueda, T Th: tiempo total de manipulación, Na máximo y E: eficiencia de búsqueda.

Los parámetros de la respuesta funcional se estimaron mediante el método de mínimos cuadrados no lineal; el tiempo de manipulación (Th) del depredador fue de 0.00405 (0 h, 10 min), siendo menor a los obtenidos por Rocha y Redaelli (2004) los cuales reportan 1.93 h y Sahayaraj *et al.*, (2010) siendo 0.05 en el instar V de *Rhynocoris longifrons* sobre *Phenacoccus solenopsis*, en otro estudio de depredación de *Macrolophus caliginosus* sobre *Myzus persicae* y *T. urticae* obteniendo un Th de 0.025 y 0.055 respectivamente (Foglar *et al.*, 1990).

Se presume que esto sucede cuando la densidad de la presas es muy alta, y cuando el depredador estuvo en ayuno por 24 horas, como sucedió en el presente estudio, motivo por el cual el depredador no paso todo el tiempo manipulando la presa (Cuadro 2), determinada por la cantidad de presas que un depredador puede manipular por unidad de tiempo. El tiempo de manipulación afecta el tipo de respuesta funcional: entre más corta sea la curva, mayor será la asíntota alcanzada (Figura 10) (Nordlundy Morrison, 1990).



Figura 9. Vista estereoscópica de *Pselliopus sp* depredando a *T. urticae*

El decremento del (T_s) y el incremento del (T_{Th}) al aumentar la densidad de la presa indica un denso-dependiente entre su depredador y su presa, lo que, como señalan Schenk y Bacher (2002), es un tipo de respuesta necesaria para que un depredador realice una regulación efectiva de los insectos plaga. Además, el tiempo de manipulación puede influir sobre otros componentes tales como la tasa de ataque y la eficiencia de búsqueda (Beddington, 1975). García *et al.*, (2007), mencionan que diferentes factores afectan el consumo de presas por parte del depredador; por ejemplo, el tamaño de la presa afecta directamente el tiempo de manipulación (T_h) y como consecuencia directa la tasa de ataque a' (Cuadro 1), pues el depredador gasta más tiempo en manipular una presa cuando es de mayor tamaño, lo cual ocurrió en este estudio de depredación de *Pselliopus sp* sobre hembras adultas de *T. urticae*, y como respuesta a un tiempo bajo de manipulación sobre la presa permite al depredador incrementar su tasa de ataque.

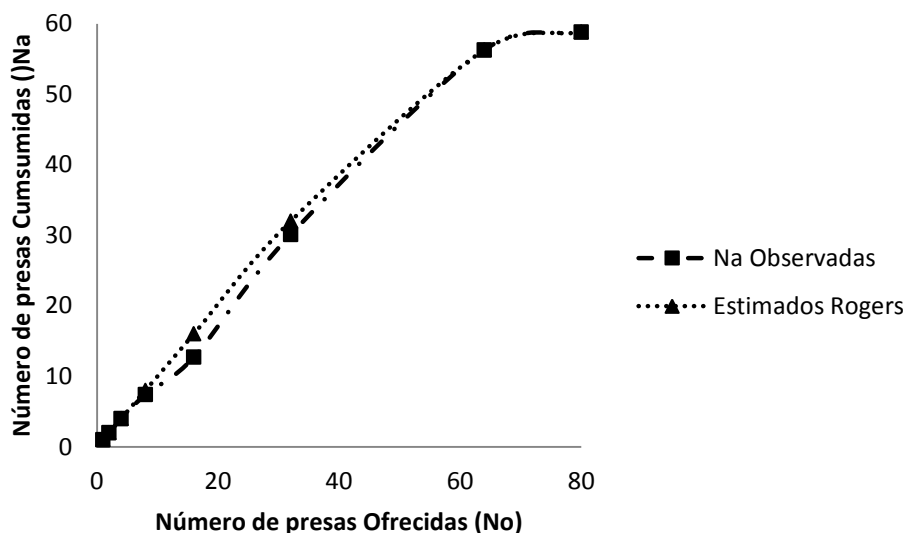


Figura. 10. Estimación de la Respuesta Funcional a través del modelo de asignación aleatoria Rogers (1972) sobre *Pselliopus sp* a diferentes densidades de *Tetranychus urticae*.

En general, la eficiencia de búsqueda (E) disminuyó gradualmente a 0.74 cuando la densidad de presas ofrecidas (No), era de 1 a 80, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Sahayaraj *et al.* (2010). La tasa de ataque creció a medida que la densidad de presas aumentó de 1 a 16 y decreció de 32 a 80 presas, este comportamiento es similar cuando el depredador *R. longifrons* consumió adultos de *P. solenopsis* (Sahayaraj *et al.*, 2010). Se observó una correlación negativa (-0.74) entre la densidad de la presa y tiempo de búsqueda del depredador. El tiempo de manipulación es una característica general de la conducta depredadora y tiene un importante efecto sobre la respuesta funcional al reducir la eficiencia de búsqueda a medida que aumenta la densidad de presas (Holling, 1959; Wiedenmann y O'Neil, 1991).

Los valores de los parámetros de respuesta funcional comparativamente menores, indican que *Pselliopus sp* muestra una gran voracidad y que su capacidad de depredación le confiere características potenciales para ser un muy buen agente de control biológico del ácaro de dos manchas.

Utilizando el modelo de Rogers (1972) y siendo el más apropiado, debido a que en el experimento no se reemplazaron las presas consumidas y que estas se sustituyeran después de 24 h, el análisis de regresión no lineal demostró que el modelo se ajustó a los datos de depredación, con un coeficiente de $R^2 = 0.99$. Para los datos de mortalidad registrados por el depredador, se realizó una prueba de χ^2 , con un valor encontrado de 0.83. Los valores calculados no exceden el valor de las tablas χ^2 ($P \leq 0,05$), el cual es de 14.06 lo que indica que en el presente estudio los resultados son estadísticamente confiables y estos son avalados por el coeficiente de determinación.

Varios estudios demuestran que algunas especies de chinches (Hemiptera) pueden ser buenos agentes de control biológico de plagas en invernaderos (Kajita, 1984). En el presente trabajo se obtuvo un número alto de presas consumidas por día por la chinche empleada (56.3 y 58.8 para 60 y 80 hembras presa respectivamente). Así mismo, el tamaño de la presa y la movilidad de la misma en relación con el depredador influye a que sea más fácil su captura, tal como lo indican algunos estudios que han examinado el efecto del tamaño de presa en la respuesta del depredador, Sahayaraj y Ambrose (1995), Cogni *et al.*, (2002), Claver y Ambrose (2002) reportaron que los reducidos de tamaño pequeño prefieren presas de tamaño pequeño, mientras que los depredadores grandes, prefieren presas grandes. Como regla general, podríamos suponer que las presas de mayor tamaño son más fáciles de detectar por el depredador (Bell, 1990).

CONCLUSION

La respuesta funcional del primer instar de *Pselliopus sp.* sobre *Tetranychus urticae* fue de tipo II teniendo un alto promedio de depredación en las 24 horas evaluadas. Estos resultados nos dan una mejor comprensión de la interacción depredador-presa, y nos permitirá cuantificar mejor la eficacia de este enemigo natural para el control de plagas y a su vez identificar la densidad de la presa que el depredador consume.

La relación depredador-presa en este trabajo de investigación, nos deja muy en claro que *Pselliopus sp* es un eficiente depredador sobre *Tetranychus urticae* lo que indica que esta especie puede alimentarse de un promedio de 58.8 presas en un intervalo de 24 horas.

BIBLIOGRAFIA

- Abou-Setta, M.M and C.C. Childers . 1987. A modified leaf arena technique for rearing Phytoseiid or Tetranychid mite for biological studies. Fla. Entomology. 70: 245-248.
- Ambrose, D. P. and K. Sahayaraj. 1996. Long-term functional response of the Reduviid predator *Acanthaspis pedestris* Stal (Heteroptera: Reduviidae) in relation to its prey, *Pectinophora gossypiella* Saunders density (Lepidoptera: Noctuidae). Hexapoda. 8: 77-84.
- Ambrose D. P. and M. A. Claver. 1997. Functional and numerical responses of the Reduviid predator *Rhynocons fuscipes* F. (Het. Reduviidae) to cotton leafworm *Spodoptera litura* F. (Lep. Noctuidae). J. App. Entomol. 121: 333-336.
- Ambrose, D. P., Raja, M. J. and S. J. Rajan. 2008. Functional response of *Acanthaspis quinquespinosa* (Fab.) on *Coptotermes* hemi. J. Biol. Cont. 22: 163-168.
- Ambrose D. P, Rajan S. J. and J. M. Rajan. 2010. Impacts of synergy505 on the functional response and behavior of the Reduviid bug, *Rhynocoris marginatus*. J. Insect Sci.; 10: 1-10.
- Ambrose, D. P., Sebastirajan, J., Nagarajan, K., Jebasingh V. and S. Sivaramakrishnan. 2009. Biology, behavior and functional response of *Sphedanolestes variables* Distant (Hemiptera: Reduviidae), a potential predator of lepidopteran pest. Entomol. Croatia. 13: 33-44.
- Aponte O, McMurtry JA (1997) Damage on Hass avocado leaves, webbing and nesting behavior of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology 21: 265-272.
- Archer, T.L. and E.D. Bynum, Jr. 1990. Economic injury level for the Banks grass mite (Acari: Tetranychidae) on com. *J. Econ. Entomol.* 83: 1069-1073.
- Bell W. J. 1990. Searching Behaviour – the Behavioural Ecology of Finding Resources, London: Chapman and Hall.

- Beddington, J. R. 1975. Mutual interference between parasites or predators and its effects on searching efficiency. *Journal of Animal Ecology*. 44: 331-340.
- Blatchley. 1926. Heteroptera or true bugs of eastern North America, with special references to the faunas of Indiana and Florida 240.
- Brailovsky, H. y E. Barrera. 2004. Especies nuevas de *Pselliopus* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae) de México. *Revista mexicana de biodiversidad* 78: 85-98.
- Brailovsky, H., Mariño R. y E. Barrera. 2007. Cinco especies nuevas de *Pselliopus* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae: Harpactorini) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 85- 98.
- Borror, D., C. Triplehorn y N. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Thomson Learning, Inc. United states of American. Pp. 287-247.
- Cogni, R, A. V. L. Freitas and B. F. A. Filho. 2002. Influence of prey size on predation success by *Zelus longipes* L. (Heteroptera: Reduviidae). *J. Appl. Entomol.* 126: 74–78.
- Claver, M. A. & D. P. Ambrose. 2002. Functional response of the predator, *Rhynocoris fuscipes* (Heteroptera: Reduviidae) to three pests of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Shashpa*. 9: 47-51.
- Claver, M. A., Ramasubbu, G., Ravichandran, B. and D. P. Ambrose. 2002. Searching behaviour and functional response of *Rhynocoris longifrons* (Stål) (Heteroptera: Reduviidae), a key predator of pod sucking bug, *Clavigralla gibbosa* Spinola. *Entomol.* 27: 339-346.
- Crooker, A. 1985. Embrionic and Juvenile Development. En. Helle W. Y W. Sableéis Edits. Spider Mites Their Biology, Natural enemies and control. Vol 1 A Elsevir Sci. Publ. Co. pp 149-160.
- Elliot J.M. (2003). A comparative study of the functional response of four species of carnivorous stoneflies. *Freshw. Biol.* 48: 191-202

- Estebanez. M.L. 1989. Ácaros en frutales del Estado de Mexico. Instituto de Biología de la UNAM y Dirección de Sanidad y Protección Forestal SARH, Mexico, D.F 360 pp.
- Flores, E. A., Landeros and M. H. Badii. 1998. Evaluation on population Parameters of *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Prostigmata Tetranychidae) exposed to Avermectin. 10 th international congress of acarology.
- Fracker, S. B. 1912. A systemic outline of the Reduviidae of north America. Proceedings of the Iowa Academy of Science.
- Foglar, H. Malausa J. & E. Wajnberg. 1990. The functional response and preference of *Macrolophus caliginosus* [Heteroptera: Miridae] for two of its prey: *Myzus persicae* and *Tetranychus urticae*
- Forero, D. 2008. The systematics of the Hemiptera. Revista Colombiana de Entomología 34: 1-21.
- García J, E. R. Benítez y A. López-Ávila. 2007. Efecto de la densidad de población de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) sobre la eficiencia del depredador *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae). Ciencia y Tecnología Agropecuaria.8(2):17-21.
- García J., Benítez E. y A. López-Ávila. 2007. Efecto De la densidad de población de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) Sobre la eficiencia del depredador *Delphastus Pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) 8(2): 17-21.
- Guerrero, P.V.M. 2009. Algunas notas sobre el control biológico de enfermedades con microorganismos. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A.C. Unidad Cuauhtemoc, Chihuahua. 3 p.
- Grafton-Cardwell, Elizabeth E.; Ouyang, Yuling; Striggow, Rebecka A. 1997. Predaceous Mites (Acari: Phytoseiidae) for Control of Spider Mites (Acari: Tetranychidae) in Nursery Citrus. [Environmental Entomology](#). 26 (1). pp. 121-130.
- Goodwin. S.B., L.S Sujkoski and W.E Fry 1995. Rapid Evolution of pathogenicity within clonal lineages of the potato late blight disease fungus. *Phytopathology* 85: 669-678.

- Gould, H.J. 1987. Protected crops. En Burn A. J., T.H Croaker y P.C Jepson, Edits: Integrated Pest Management academic. Press Co pp 404-405.
- Hasell, M.P. 1980. The Dynamics of Competetion and Predation. Departament of Zoology and Applied Entomology. Imperial College of Science and Technology Study in Biology No. 68-72 pp.
- Helle Wand I.P., Pijnacker. 1985. Partenogenesis, chromosoma and sex. In Helle and Sableeis, Spider Mites Their Biology, Natural Enemiges and Control. Vol. 1 A Elsevir Sci. Public. Pp 129-138.
- Helle, W. and Sabelis, M. W. (eds.) 1985. Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Volume 1A. Elsevier, Amsterdam, 406 p.
- Holling C. S. 1959. Some characteristics of simple type of predation and parasitism. The Canadian entomologist. 91: 385-398 y 585-598.
- Holling, C.S. 1961. Principles of insect predation Ann. Rev. Entomol. 6:163-182
- Houck, M.A and R.E Stratuss. 1985. The comparative Study of Functional Responses Experimental Design and Statistial interpretation. Can. Entomology: 117: 617: 629.
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger y P. De Bach. 1974. The Natural Enemy Component in Natural Control and the Theory of Biological Control, Chapter 2, in Biological Control. Plenum Publishing, New York. 16-26 pags.
- Jepsson, L.R.H., H. Keifert and E.W Baker. 1975. Mites Injurious to Economic Plants Univ. Calif. Press. Los Anegeles.
- Juliano S. A. Williams F. M. (1987) A comparison of methods for estimating the functional response parameters forth random predator equation . J. Anim. Ecol. 56:64-653.
- Kajita, H. -- 1984. Predation of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), by *Campylomma* sp. (Hemiptera: Miridae). J. Appl. Entomol. Zool., 19, 67-74.
- Krantz, G.W. 1970. A manual of Acaralogy. Pp 509. Oregon State University. Book Stores. Inc.

- Liburd, O. E, White J. C., Rhodes E. M. and A. A. Browdy. 2007. The residual and direct effects of reduced-risk and conventional miticides on two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), and predatory mites (Acari: Phytoseiidae). Florida Entomologist 90: 249–257.
- Maldonado, C. J. 1990. Systematic catalogue of the Reduviidae of the World (Insecta: Heteroptera). Caribbean Journal of Science. Special Edition. 694 pp.
- Marquardt, D. W. 1963. An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters, Journal of The Society For Industrial and Applied Mathematics 2, 431,441.
- McMurtry J. A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: Progress and future prospects: In M.A. Hoy, [ed.] Recent advances in knowledge of the Phytoseiidae. Agric. Sc. Publ. University of California, Berkeley, CA. 92pp.
- Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. and M. S. Boyce. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. Ecology, 67:1156-1166.
- Milne, L. y Milne. 1997. National Society Field Guide to North American Insects and Spiders. Alebert A. knopf. New York. Pp. 459-460.
- Molinari, A. M.; Gamundi, J.C.; Perotti, E. y Lago, M. 2006. Avispitas que parasitan huevos de trips.
- Murdoch, W. W. and A. Oaten. 1975. Predation and population stability. Advances in Ecological Research. 9: 1–131.
- Nordluand, D. A., and R. K. Morrison. 1990: Handling time, prey preference and functional response for *Chrysoperla rufilabris*, in the laboratory. Ent. exp. & Appl. 57: 237-242.
- Opit, G. P., J. R. Nechols, and D. C. Margolies. 2004. Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), using *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on ivy geranium: assessment of predator release ratios. Biol. Control 29: 445-452.

- Opit, G. P., Roitberg, B. and D. R. Gillespie. 1997. The functional response and prey preference of *Feltiella acarisuga* (Diptera: Cecidomyiidae) for two of its prey: male and female twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Can. Entomol.* 129: 221-227.
- P.D.Pratt And B.A.Croft. 2000. Overwintering and Comparative Sampling of *Neoseiulus fallacies* (Acari: Phytoseiidae) on Ornamental Nursery Plants. *Environ. Entomol.* 29(5): 1034-1040.
- Putshkov, V. G. & Putshkov, P. V. 1985. A catalogue of assassin-bugs genera of the world(Heteroptera, Reduviidae). VINITI, Moskva, 138 pp.
- Rocha L. da and Redaelli L. 2004. Functional response of *Cosmoclopius nigroannulatus* (Hem.: Reduviidae) to different densities of *Spartocera dentiventris* (Hem.: Coreidae) nymphae. *Braz. J. Biol.* vol. 64(2):309-316.
- Rodriguez del Bosque L.A y Arredondo Bernal H.C. 2007. Teoria y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Pp.9 y 3.
- Rogers, D. 1972. Random search and insect population models. *Journal Animal Ecology.* 41: 369-383.
- Ross, H., J. Wiley and Sons. J. A textbook of Entomology. 4th Edition Singapur. Pp. 363-365.
- Sabelis M. W. 1985. Predation on spider mites. In: World crop pests. Spider mites, their biology, natural enemies and control, Vol. IB. Helle W. and M. W. Sabelis (eds), pp. 103–129. Elsevier, Amsterdam.
- Sadras, V.O., L.J. Wilson, and D.A. Rally. 1998. Water deficit enhanced cotton resistance to spider mite herbivory. *Ann. Bot. (London)* 81:273-286
- Sahayaraj, K. and A. Asha. 2010. Biological control potential evaluation of *Rhynocoris kumarii* Ambrose and Livingstone (Hemiptera: Reduviidae) on *Aphis craccivora* (Koch.) (Hemiptera: Aphididae). *Indian J. Agri. Res.* 44 (4): 281-287.

- Sahayaraj K. 1995. Functional response of the Reduviid predator *Ectomocoris tibialis* Distant of the cotton stainer *Dysdercus cingulatus* Fab. J Internat studies and Res. 4: 65-68.
- Sahayaraj, K. and D. P. Ambrose. 1995. Short term, functional response and stage preference of the reduviid predator *Ectomocoris tibialis* Distant to cotton stainer *Dysdercus cingulatus* Fab. Ger. J App. Zool. 81: 219-225.
- Sanchez , V.V.M. 1998. Apuntes de La Materia Manejo Integrado de Plagas. Posgrado. UAAAN. Maestria Parasitologia Agricola.
- SAS Institute Inc. (2001). Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.
- Schenk, D. and S. Bacher. 2002. Functional response of a generalist insect predator to one of its prey species in the field. Journal of Animal Ecology. 71: 524–531.
- Schuh, R. T. and J. A. Slater. 1995. True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca. 336 pp.
- Salter, J and R. Baranowski. 1978. How to know to the true bugs (Hemiptera-Heteroptera. Wm. C. Brow Company Publishers. Pp. 356.
- Skirvin D.J. and Fenlon J.S. 2001. Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): implications for biological control. B. Entomol. Res. 91: 61–67.
- Solomon, M.E. 1949. The natural control of animal populations. J. Anim. Ecol. 18:1-35.
- Southwood T.R. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect population. Chapman and Hall, London, Inglaterra. pp. 357-387.

- Stumpf, N., P.W. Claus, W. Kraus, G.D. Moores, and R. Nauen. 2001. Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pestic. Biochem. Physiol.* 69:131-142.
- Tadmor, Y., Lewinson, E., Abo-moch, F, Bar-Zum, A. and Mansour, F. 1999. Antibiosis of maize inbred lines to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytopya* 27(1):1-7.
- Takematsu, A.P., N.S. Filho, M.F. de Souza Filho, and M.E. Sato. 1994. Sensibilidade de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) proveniente de roseira (*Rosa* sp.) de Holambra-SP a alguns acaricidas. *Rev. Agric. (Piracicaba)* 69(2):129-137.
- Tsagkarakou, A., Pasteur N., Cuany, A., Chevillon, C. and M. Navajas. 2002. Mechanisms of resistance to organophosphates in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greece. *Insect Biochem. Molec. Biol.* 32: 417-424.
- Tuttle D. M and E.W Baker 1986. Spider Mites of southwestern United States and revision of the family Tetranychidae. The University Arizona Press. Pp 129.
- Van de Vrie, J. A. McMurtry y C.B. Huffaker. 1972. Biology, Ecology, and Pest Status and Host-Plants Relations of Tetranychids en Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Enemies: A Review. *Hilgardia*. 41 (13): 343-432. Pp
- Van Driesche. R.G., Hoddle. M.S., Center, T.D. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. USDA Forest Service. FHTET- 2007-02.
- Veerman, A. 1977. Aspects of the Induction and Termination of Diapause in a Laboratory Strain of the Mite *Tetranychus Urticae*. *J. insect Physiology*. 23:703-711. pp.
- Weirauch C. and R. T. Schuh. 2011. Systematics and evolution of Heteroptera: 25 years of progress. *Annual Review of Entomology* 56: 487-510.
- Wiedenmann, R. N. and R. J. O'Neil. 1991. Laboratory Measurement of the Functional Response of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) *Environ. Entomol.* 20 (2): 610-614.
- Zang, Z.Q. 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. CABI

Publishing, Wallingford. 244 pp.

Zar, JH 1974. Biostatisticalanalysis. Prentice-Hall Inc.