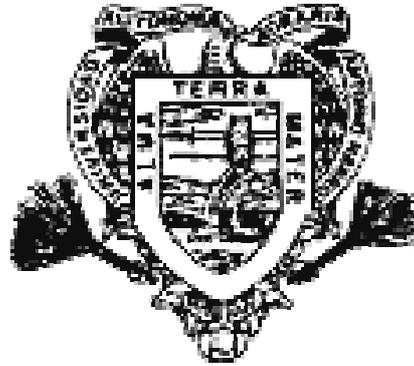


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EVALUACION DE CUATRO MODELOS DE RESPUESTA
FUNCIONAL DE *Chrysoperla carnea* (Stephens) SOBRE
HUEVECILLOS DE *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)**

Por:

EDEL DOLORES HERNÁNDEZ SANDOVAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

EVALUACION DE CUATRO MODELOS DE RESPUESTA
FUNCIONAL DE *Chrysoperla carnea* (Stephens) SOBRE
HUEVECILLOS DE *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)

POR:

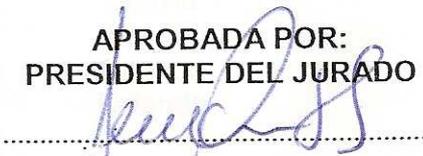
EDEL DOLORES HERNÁNDEZ SANDOVAL

TESIS

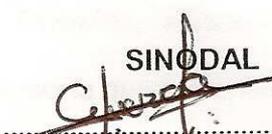
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO

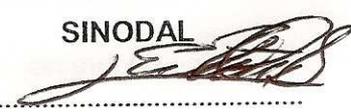
APROBADA POR:
PRESIDENTE DEL JURADO


DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES
(UAAAN)

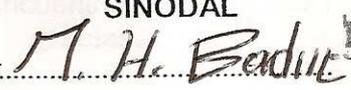
SINODAL


MC. LUIS PATRICIO GUEVARA A.
(UAAAN)

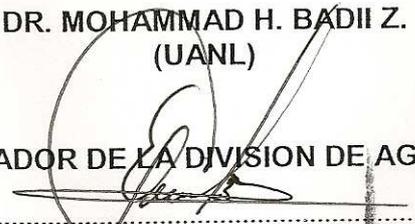
SINODAL


DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ.
(UAAAN)

SINODAL


DR. MOHAMMAD H. BADI Z.
(UANL)

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMÍA


DR. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Febrero de 2009.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



División de Agronomía
Coordinación.

DEDICATORIA

A mis padres con admiración y respeto:

Melida Sandoval Flores
Dolores Hernández

Hermanos y Hermana:

Braulio
Valeria
Orlando
Rolando

Mis amigos de siempre:

Oswaldo, J Eleazar, José Luis, Rolando, Rodolfo, Carolina.

A la persona que me enseñó a querer, para mi novia con mucho amor...

Compañeros de generación

Y a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible que llegara hasta la situación en que me encuentro, por eso y muchas otras cosas más
gracias...

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme sus puertas y permitirme crecer en su seno

Al Mc. Luis patricio Guevara Acevedo por todo el apoyo incondicional brindado para que este trabajo pudiera realizarse.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez, Dr. Jerónimo Landeros Flores y al Dr. Mohammad H. Badii Z.

Por aceptar formar parte del comité de asesores

ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	lii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	4
Origen y distribución.....	4
Taxonomía.....	5
Biología y hábitos.....	5
Huevecillos.....	5
Primer instar ninfal.....	6
Segundo instar ninfal.....	6
Tercer instar ninfal.....	7
Pupa (cuarto instar ninfal).....	7
Adulto.....	8
Fecundidad.....	8
Ciclo de vida.....	9
Mortalidad de inmaduros.....	9
Longevidad.....	10
Daños.....	10
Hospederos.....	10
<i>Chrysoperla carnea</i>	11
Biología de <i>Chrysoperla carnea</i>	12
Huevecillos.....	13
Larvas.....	15
Pupa.....	15
Adulto.....	16
Importancia de la respuesta funcional.....	17
Modelos.....	18
Modelos simples.....	18
Modelos basados en la cinética de enzimas (Michaelis -Menten).....	19
Modelos basados en la búsqueda no aleatoria.....	20
Modelo Holling.....	22
Modelo Rogers.....	24
MATERIALES Y METODOS	25
Obtención de <i>Chrysoperla carnea</i>	25
Obtención de <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	25
Procedimiento del experimento.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	33
LITERATURA CITADA	34
APENDICE	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pagina
Cuadro 1. Diversidad de especies de Chrysopidae en el país, asociadas a diferentes frutales del Norte y Centro de México	14
Cuadro 2. Numero de insectos consumidos por <i>Chrysoperla carnea</i> durante su desarrollo larvario.	16
Cuadro 3. Resultados de huevecillos consumidos de <i>T. vaporariorum</i> por <i>C. carnea</i> a 12 horas	28
Cuadro 4. Resultados de huevecillos consumidos de <i>T. vaporariorum</i> por <i>C. carnea</i> a 24 horas	29
Cuadro 5. Promedio de huevecillos de <i>T. vaporariorum</i> , consumidas por larvas de tercer instar de <i>C. carnea</i> con parámetros de a' y T_h , a las 12 horas de observación	29
Cuadro 6. Promedio de huevecillos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , consumidas por larvas de tercer instar de <i>Chrysoperla carnea</i> con parámetros de a' y T_h , a las 24 horas de observación	30
Cuadro 7. Huevecillos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> consumidos por <i>Chrysoperla carnea</i> a 12 hrs	41
Cuadro 8. Huevecillos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> consumidos por <i>Chrysoperla carnea</i> a 24 hrs	41
Cuadro 9 . Resultados del Modelo de Holling a 12 hrs	42
Cuadro 10. Resultados del modelo Rogers a 12 hrs.	43
Cuadro 11. Resultados del modelo de Dowd & Riggs a 12 hrs.	44
Cuadro 12. Resultados Del modelo de Livdhal & Stiven a 12 hrs.	45
Cuadro 13. Resultados del modelo de Holling a 24 hrs.	46
Cuadro 14. Resultados del modelo de Rogers a 24 hrs.	47
Cuadro 15. Resultados del modelo de Dowd & Riggs a 24 hrs.	48
Cuadro 16. Resultados del modelo de Livdhal & Stiven a 24 hrs.	49
Cuadro 17. Modelo para diferenciar respuesta funcional Real (1977) 12hrs	50
Cuadro 18. Modelo para diferenciar respuesta funcional Real (1977) 24 hrs.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Pagina
Figura 1. Los tres tipos de respuesta funcional más comunes. En a, c y e se muestra, para cada respuesta, la relación entre el número de presas consumidas por depredador (NC) y el número de presas ofrecidas al depredador (N), mientras que en b, d y f, se muestra la relación entre la proporción de presas consumidas (NC/N) y el número de presas ofrecidas al depredador (adaptado de Juliano, 1993).	23
Figura 2.: Comparación de las presas ofrecidas y atacadas para cada uno de los modelos utilizados en observaciones a las 12 hrs.	32
Figura 3.: Comparación de las presas ofrecidas y atacadas para cada uno de los modelos utilizados en observaciones a las 24 hrs.	33

INTRODUCCIÓN

En el 2006, México ocupó el quinto lugar en producción mundial de frijol con una aportación del 7.0% (1.7 millones de toneladas), siendo el principal productor Brasil, India, China y Myanmar con el 17.6, 16.2, 10.3 y 8.7 % de la producción respectivamente. En México el principal problema para la producción es la mosca blanca, al reducirla desde el 50 al 100 % (Torres *et al.*, 2000).

Estudios de diagnóstico sobre el uso de insecticidas contra mosca blanca determinaron que los agricultores emplean cerca de 30 diferentes marcas comerciales, muchas de las cuales no presentan ningún efecto sobre la plaga (Cardona *et al.*, 2001). Al evaluar la resistencia de poblaciones de *Trialeurodes vaporariorum* a insecticidas, se encontraron poblaciones con altos niveles de resistencia al insecticida Metamidofos (organofosforado), niveles de tolerancia a Cipermetrina (Piretroides) y niveles de susceptibilidad a Metomil (Carbamato) (Cardona *et al.*, 2001; Buitrago, 1992).

El control biológico va asumiendo una gran importancia para la reducción de las densidades poblacionales de mosca blanca, Los más utilizados son los parasitoides del género *Eretmocerus* e *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae), y los depredadores *Delphastus pusillus* (LeConte, 1852) (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), patógenos (protozoarios, hongos, nematodos, entomopatogenos) u otros organismos. (Lenteren y Martín, 1999).

Las interacciones que se presentan entre el depredador y su presa pueden ser analizadas en relación con las tasas de muerte de la presa y del depredador. 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.

Esta clasificación es reducida a la respuesta funcional y numérica presentadas por un enemigo natural, pero es amplia en el sentido que la densidad de la presa es sólo una de las variables independientes contra las cuales la eficiencia del depredador es analizada (Southwood, 1978). Desde el punto de vista de la densidad de la presa, uno de los factores que influyen en la actividad de un insecto depredador es el cambio en el número de presas atacadas por un depredador individual cuando la densidad inicial de presas varía, durante un período de tiempo determinado. Este tipo de variación fue definido por Solomon en 1949 como 'respuesta funcional', concepto que ha sido ampliamente utilizado en estudios de dinámica de población de parasitoides y depredadores (Hassell, 1980; Alphen y Jervis, 1996).

Con un incremento en la disponibilidad de la presa, se espera que un depredador ataque más individuos, pero hasta un límite por encima del cual el ataque no se incrementa e inclusive puede disminuir. Este comportamiento puede presentar variaciones dependiendo fundamentalmente de dos parámetros: la tasa instantánea de ataque (a') (o eficiencia de búsqueda) y del tiempo de manipulación (T_h) de las presas por el depredador. La a' depende de la actividad del depredador y la capacidad de encontrar a su presa, mientras que el T_h es definido como el tiempo que el depredador gasta en atrapar, matar, consumir y digerir una presa y puede reducir directamente el tiempo disponible para realizar mayores búsquedas (Hassell, 1980; Alphen y Jervis, 1996).

Dada la importancia que pudiera tener *Chrysoperla carnea* como depredador de *Trialeurodes vaporariorum* se hace necesario evaluar ese potencial, por lo que:

Los objetivos de la presente investigación es la determinación de la respuesta funcional de larvas de tercer instar de *Chrysoperla carnea* (Stephens) sobre la densidad de huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en condiciones de laboratorio; observar el comportamiento depredador a las 12 y 24 horas; así como, evaluar los modelos de depredación de Holling (1959), Livdhal y Stiven (1983), Dowd y Riggs (1965) en los dc periodos de observación.

Palabras clave:

Chrysoperla carnea, *Trialeurodes vaporariorum*, respuesta funcional, modelos de depredación, frijol.

REVISION DE LITERATURA

Trialeurodes vaporariorum (Westwood)

- Origen y distribución

Byrne y Bellows (1911), afirman que se ha especulado con el origen de muchas especies de mosca blanca. Myartseva y Yasnosh (1994), mencionan que la distribución y diversidad de mosquitas blancas está estrechamente asociado con la latitud.

Martín (1987), indica que *T. vaporariorum* está ampliamente distribuida por todo el mundo, aunque con registros escasos en las regiones oriental, austro-oriental y australiana.

- Taxonomía.

La clasificación taxonómica de *T. vaporariorum*, según Borror *et al* (1989) es la siguiente:

Reino animal

Phylum Arthropoda

Subphylum Uniramia

Clase Hexapoda
Subclase Pterigota
Orden Homóptera
Suborden Sternorrhyncha
Superfamilia Aleiroidea
Familia Aleyrodidae
Genero *Trialeurodes*
Especie *T. vaporariorum* (Westwood)

- **Biología y hábitos.**

Byrne y Bellows, (1981) mencionan que *T. vaporariorum* presenta un aparato bucal picador–chupador opistognato, en forma de pico y se alimenta penetrando su estilete entre las células de la planta hospedera y succionando la savia del floema. En relación a su biología sufren metamorfosis intermedia, es decir, no puede clasificarse como completa o simple (Borror, 1994), debido a que durante su desarrollo, presenta fases características de cada tipo de metamorfosis.

T. vaporariorum pasa por seis estadios: huevecillo, primer instar ninfal (caminante), dos instares ninfales sésiles (segundo y tercero), la pupa y el adulto o Imago.

- **Huevecillo**

Son elípticos en el contorno, ampliamente redondeados en la base y agudos apicalmente con corion liso y brillante y blanco amarillento recién ovipositados. Son colocados verticalmente en la hoja e insertados dentro del tejido por medio de un corto tallo o pedicelo, el cual le sirve para adherirse a la planta (Hill, 1969; López Ávila, 1986).

Hill (1969), menciona que a los pocos días de ovipositados, los huevecillos de *T. vaporariorum* se tornan café oscuro casi negro, siendo generalmente puestos en círculos o semicírculos ordenados. Justo antes de la

eclosión, el huevecillo adquiere forma de riñón cuyo lado convexo corresponde a la superficie dorsal y el cóncavo a la superficie ventral del corion donde desarrolla una ranura media longitudinal por la cual emerge. El periodo de incubación varia, principalmente con la temperatura y humedad relativa.

Los huevecillos miden en promedio 0.24 mm de largo por 0.1 mm de ancho.

- **Primer instar ninfal**

López Ávila (1986), menciona que es llamado el caminante, por el habito de ser activo sobre la superficie de la hoja desde su eclosión hasta encontrar un sitio conveniente para establecerse y comenzar su alimentación. Las ninfas del primer instar ninfal de *T. vaporariorum* son pálidas, de color blanco amarillento y de forma elíptica, poseen patas y antenas funcionales (Hill, 1969; Byrne y Bellows, 1991).

Hargreaves citado por Gill (1990), reporta para las patas cuatro o cinco segmentos y dos o tres segmentos antenales.

Hill (1969), menciona que las ninfas de *T. vaporariorum* tienen 17 pares de setas marginales fuertes bien desarrolladas, con tubérculos cefálicos fuertemente desarrollados y de forma subrectangular. De las setas cefálicas, *T. vaporariorum* tiene un solo par; mientras que *Bemisia tabaci*, además del par cefálico, presenta un par protorácico.

Presenta dos pares de setas abdominales una en el primer segmento y otro en el octavo. Junto con la sutura torácica abdominal, son visibles ocho suturas en el área abdominal. El orificio vasiforme es de forma subcortada, el opérculo cubre la mitad de la lingala y en la parte distal de esta, presenta espinas pequeñas firmes. Las medidas promedio para el primer instar ninfal de *T. vaporariorum* son: largo 0.29 mm, de ancho 0.16 mm.

- **Segundo instar ninfal**

Hill (1969) precisa que esta etapa difiere marcadamente de la anterior, por la ausencia de una serie de setas marginales, la forma del orificio vasiforme, las patas y por las antenas atrofiadas, reducidas a únicamente un segmento (Gill, 1990).

El segundo instar es de forma oval y tiene un margen ondulado. La seta marginal anterior y la posterior son pequeñas y no siempre bien definidas, pero la seta caudal esta bien desarrollada. Dos pares de setas dorsales están presentes, una en el octavo segmento abdominal y la otra en el segmento cefálico. El orificio vasiforme tiene forma subcortada. Al lingual es casi del largo del orificio vasiforme y abultada distalmente. En la base de la porción abultada tiene un par de lóbulos laterales. Ocho segmentos abdominales por las suturas abdominales y dos suturas torácicas en el cefalotórax. Los pliegues torácicos traqueales no están indicados centralmente. Las medidas promedio reportadas para este instar son: largo 0.42 mm, ancho 0.33 mm.

- **Tercer instar ninfal**

Hill (1969), menciona que la ninfa del tercer instar es muy similar al instar anterior en apariencia. Sin embargo, esta es mas aplanada, grande y transparente que el segundo instar. El margen esta uniformemente ondulado y los pliegues torácicos traqueales no están indicados centralmente.

El orificio vasiforme situado más allá del margen caudal es de forma subcortada con una hendidura posterior. La ligula tiene dos pares de lóbulos laterales y un surco caudal débilmente marcado. Las medidas reportadas para este instar son: 0.60 mm de largo y 0.40 mm de ancho.

- **Pupa (cuarto instar ninfal)**

Hill (1969), menciona que las pupas son pálidas de color blanco amarillento. Se elevan de la superficie de la hoja y están rodeada por una paliza de cera. La superficie dorsal tiene varillas de cera. Son de una forma elíptica, redondeadas posteriormente, con papilas marginales y submarginales presentes (Martín, 1987). Tienen el margen uniformemente ondulado. Las áreas de los poros torácicos, traqueales y abdominales están indicados por el margen. Los pliegues torácicos no están indicados centralmente.

El orificio vasiforme es subcortado, con tres pares de lóbulos (Martín, 1987). Las antenas están situadas lateralmente de las patas protorácicas. Las medidas promedio para la pupa son: 0.76 mm de largo y 0.50 mm de ancho.

- **Adulto**

Los adultos recién emergidos son suaves y de color amarillo, pero después de pocas horas, el color cambia a blanco debido a la deposición de cera en el cuerpo y alas. La cabeza es mas o menos cónica, mas nacha en el nivel de la antena y angosta hacia las partes bucales.

Las partes bucales son de forma típica succionadora. Los ojos están divididos, pero no forman un puente cristalino entre las dos facetas. Las antenas son largas, filiformes y de siete segmentos, similares a las de *B. tabaci* pero no presentan la perforación sensorial en el sexto segmento ni una seta sensorial en el tercer segmento. Las espinas en la tibia mesotorácica están arregladas en dos penachos laterales. Los platos de cera están presentes en la superficie ventral abdominal como en *B. tabaci* pero la superficie de estas estructuras son estriadas y no reticuladas. Los platos supragenitales están bien desarrollados y claramente definidos en la hembra, mientras que en el macho están modificados dentro de el tubo en forma de collar fuertemente esclerotizado.

- **Fecundidad**

Van Lenteren y Noldus (1990), afirman que en tomate, el periodo de pre-ovoposición promedio de *T. vaporariorum* es de 1.3 días a temperatura normal. Además, mencionan que la fecundidad es muy variable y es influenciada por el cultivo y estado fisiológico de la planta hospedera, así como la temperatura. La fecundidad es constante de 49 a 27°C, pero decrece al bajar o aumentar las temperaturas. Van Boxtel (1980), encontró mayor número de huevecillos en berenjenas que en pepino, tomate y chile a temperatura de 22°C. Esto indica que las hembras de mosquita blanca prefirieron ovipositar en la berenjena más que en otras plantas hospederas.

La proporción de ovoposición varía dependiendo de la edad, incrementándose gradualmente durante los primeros días, llegando a una etapa donde permanece constante para después disminuir. El porcentaje promedio de oviposición en tomate a 22°C es de 5.5 huevecillos/hembra/día. En invernadero con temperatura de 20-25°C el porcentaje de ovoposición fue de 10 huevecillos/hembra/día.

- **Ciclo de vida**

La temperatura y la planta hospedera ejercen la mayor influencia en la duración del ciclo de vida de *T. vaporariorum*. Van Bruggen citado por van Lenteren y Noldus (1990), compara cuatro diferentes hospederos a temperatura de 22°C, encontrando que el ciclo de vida para *T. vaporariorum* fue más corto en berenjena que en pepino, tomate y chile.

- **Mortalidad de inmaduros**

Leneteren y Noldus (1990), indican que la mortalidad promedio de inmaduros en tomate fue de 17.5% a temperaturas de entre 12 y 30°C. La mayor mortalidad ocurrió en huevecillo y primer instar. En trabajos realizados por Van de Merendonk y Van Lenteren citados por Lenteren y Noldus (1990), sobre cuatro especies de plantas hospederas observaron mayor porcentaje de mortalidad de inmaduros de *T. vaporariorum* en chile que en tomate, pepino y berenjena con temperatura de 20°C.

Horowitz, Podoler y Gerling citados por Van Lenteren y Noldus (1990), concluyen que la mortalidad mas alta se presenta durante los instares ninfales jóvenes debido principalmente a factores climáticos.

- **Longevidad**

La longevidad para los adultos de *T. vaporariorum* varia grandemente por los factores mencionados en la fecundidad. El promedio máximo de longevidad en tomate fue de 75 días a 22°C. Las hembras tienen una vida mas larga que los machos.

-

- **Daños**

Byrne *et al.* (1990) mencionan que el mayor impacto de *T. vaporariorum*, en los sistemas de producción es la reducción de la cosecha.

El daño lo causan los adultos y las ninfas. Este daño puede ser de tres maneras: primero, el daño directo que ocurre cuando las poblaciones extraen carbohidratos y otros nutrientes transportados por el floema, reduciendo el vigor de la planta; segundo, por la producción de mielecilla que puede contaminar los frutos y cubrir las hojas con el crecimiento subsecuente de hongos (*Capanodum spp*) disminuyendo la productividad de la planta; tercero, por la transmisión de enfermedades virósicas, que aunque no tienen el impacto económico que los geminivirus, transmitidos por *B. tabaci*, también son importantes.

- Hospederos

Debido a que *T. vaporariorum*, es una plaga polífaga ataca más de 275 especies de las familias Cruciferae, Leguminosae, Malvaceae y Solanaceae principalmente (Byrne *et al*, 1990).

***Chrysoperla carnea* (Stephens)**

La familia Chrysopidae incluye 1,200 especies reconocidas actualmente, las cuales son agrupadas en 75 géneros y 11 subgéneros (Brooks y Barnard 1990, New 2001). Económicamente, Chrysopidae es una de las familias más importantes debido a que 13 de los 75 géneros, presentan posible valor como agentes de control biológico (New 2001).

En México, se han identificado 82 especies de la familia Chrysopidae, las cuales pertenecen a 13 géneros y cinco subgéneros (Valencia 2004). La mayoría de las investigaciones realizadas en el uso de especies de Chrysopidae han sido en el control biológico por aumento y conservación; escasamente se ha explorado el control biológico clásico. Los estudios se han enfocado principalmente a la sistemática, biología, comportamiento, determinación de rango de presas, capacidad de depredación, evaluaciones de dietas naturales y artificiales, resistencia a insecticidas, manipulación de adultos (atracción y retención) y tasas de liberación, entre otros. Las especies frecuentemente estudiadas son: *Brinkochrysa scelestes* (Banks), *Chrysopa formosa* Brauer, *Chrysopa kulingensis* Navas, *Chrysopa nigricornis* Burmeister, *Chrysopa oculata* Say, *Chrysopa pallens* (Rambur), *Chrysoperla carnea* (Stephens) *s. lat.*, *Chrysoperla externa* (Hagen), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), *Mallada boninensis* Okomoto y *Mallada basalis* (Walker).

En México, las especies más estudiadas son: *Chrysopa oculata*, *Chrysopa nigricornis*, *Chrysoperla carnea s. lat.*, *Chrysoperla comanche* (Banks) y *C. rufilabris*. En el país, existe información relevante acerca de estos depredadores en diferentes áreas; por ejemplo, en la región de la Comarca Lagunera (estados de Coahuila y Durango) se han encontrado las especies *C. carnea s. lat.*, *C. comanche* y *C. rufilabris*, además de *C. nigricornis* y *C. oculata*, con actividad depredadora sobre pulgones del nogal [*Monellia caryela* Fitch, y *Melanocallis caryefoliae* (Davis)]; de dichas especies, *C. carnea s. lat.* y *C. rufilabris* fueron las más abundantes en dicha región (Ontiveros *et al.* 2000, Vázquez 2000); característicamente *C. carnea s. lat.* Se encontró con mayor abundancia en el área de goteo del árbol y *C. rufilabris* en el follaje de los nogales (Martínez *et al.* 2001). Se observó también que la presencia de las especies plaga fue notoriamente menor en huertas con alfalfa como cobertura vegetal, en comparación con huertas sin cobertura; además, la cantidad de depredadores fue significativamente más alta en huertas de nogal con cobertura de alfalfa y la proporción de pulgones por depredador fue casi cuatro veces mayor en las huertas sin alfalfa (Martínez *et al.* 2001). En el caso de la región de Hermosillo, Son., en el cultivo de la vid, los efectos del uso de la cobertura *Sesbania* spp. Fueron inconsistentes para favorecer la actividad de *C. carnea s. lat.* liberada en forma inundativa para el control de la chicharrita de la vid, *Erythroneura variabilis* Beaver (Fu *et al.* 2002). *C. carnea s. lat.* ha sido evaluada además para el control de otras especies de áfidos como: *Aphis citricola* van der Goot (= *spiraecola* Patch), *Aphis fabae* Scopoli, *Diuraphis noxia* (Mordvilko), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) y *Myzus persicae* (Sulzer) (Pérez y Acatitla 2001), trips del aguacate (Cortez, 2001), chinche de encaje *Corythuca cydoniae* Fitch en membrillo (Martínez *et al.* 2002); dicho depredador también ha sido asociado a artrópodos plaga de la colza y algodónero (Tauber *et al.* 1997, López-Arroyo *et al.* 2002).

Una de las mayores aportaciones surgidas en los últimos años para el aprovechamiento de crisópidos en el país, lo representan los estudios de Tauber y De León (2001), quienes establecen las bases para el aprovechamiento del género *Ceraeochrysa*, a través de la generación de claves taxonómicas para el reconocimiento de las especies más abundantes en

México. Los estudios de López-Arroyo *et al.* (1999 a,b,c, 2000) también constituyen una fuente importante de información para el conocimiento de la biología, comportamiento y tecnología para la cría, almacenamiento y liberación de estos importantes agentes de control biológico. Lopez-Arroyo y De León (2003) reseñan brevemente la información para la producción masiva de especies de *Ceraeochrysa* en diferentes documentos. Recientemente, Ramírez-Delgado (2007) contribuye al conocimiento de la diversidad de especies de Chrysopidae en el país, asociadas a diferentes frutales del Norte y Centro de México (Cuadro 1).

-

- **Biología de *Chrysoperla carnea* (Stephens)**

La biología para la mayoría de las especies de Chrysopidae es aun desconocida; entre las especies mas estudiadas se encuentran *C. carnea*, *C. rufilabris*, *Chrysopa perla*, *Chrysopa septempunctata*, *Nineta flava*; recientemente especies del genero *Ceraeochrysa* (López, 2000). De estas *C. carnea* es de las mas utilizadas en el control de plagas agrícolas y probablemente la de mas amplia distribución.

- **Huevecillos.**

Los huevecillos son de color verde tornándose azul-oscuros conforme maduran son ovoides y sostenidos por un pedicelo; al igual que los otros estados de desarrollo, el tiempo de maduración depende de la temperatura, por lo que a 15°C la eclosión del huevecillo se presenta a los 13 días, mientras que a 35°C el tiempo de desarrollo es de tres días (Butter y Ritchie, 1970). Cuando el huevecillo va a ser puesto, el abdomen de la hembra presenta contracciones y repetidamente se eleva y baja hasta que la punta del mismo hace contacto con la superficie de la planta, en la que coloca una gota gelatinosa que es estirada en un ángulo de 60° para formar un hilo hialino y un huevo es depositado y mantenido por un instante hasta el endurecimiento del pedicelo (Canard *et al.*, 1984). La función del pedicelo ha sido discutida ampliamente, llegándose a la conclusión, no definitiva, de que es para protección contra los enemigos naturales; esto se ha llegado a demostrar en

los trabajos de Chen y Young (1941) que encontraron que los huevecillos sin pedicelo eran depredados por coccinélidos, mientras que los que tienen pedicelo no lo fueron; la protección contra el parasitismo y canibalismo fue demostrada en estudios de laboratorio por Duelli y Johnson (citado por Canard *et al.*, 198).

Cuadro 1. Diversidad de especies de Chrysopidae en el país, asociadas a diferentes frutales del Norte y Centro de México

Especie	Frutal	Región
<i>Ceraeochrysa caligata</i> (Banks)	Mango	Veracruz
<i>Ceraeochrysa claveri</i> (Navas)	Mango	Nayarit
<i>Ceraeochrysa smithi</i>	Mango, Naranja	Ny, NI
<i>Ceraeochrysa sp nr cincta</i> (schneider) (mexico)	Durazno, Limon, Mango, Naranja, Nogal, Papayo.	Coah., Col., Dgo., Ny., NI., Son., Tams., Ver
<i>Ceraeochrysa valida</i> (Banks)	Aguacate, Durazno, Limón, Mango, Naranja, Nogal, Papayo.	Coah., Col., Mich., Ny., NI., Son., Tams., Ver
<i>Chrysopa nigricornis</i> (Burmestis) (este)	Nogal, vid	Coah.
<i>Chrysopa nigricornis</i> (Burmestis) (oeste)	Nogal, Vid	Chih., Coah. Dgo., NI., Son.,
<i>Chrysopa oculata</i> Say	Manzano, Nogal	Chich., Coah., Dgo.
<i>Chrysopa quadripunctata</i> Burmeister	Naranja, Nogal	NI
<i>Chrysoperla carnea</i> s. Ist Stephens	Durazno, Nogal, Vid	Chih., Coah., Dgo., Gto., NI., Son., Zac.
<i>Chrysoperla Comanche</i> Banks	Durazno, Guayabo, Limon, Naranja, Manzano Nogal, Papayo.	Ags., Chih., Coah., Dgo., Gto., Mich., Nay., NI., Son., Zac.
<i>Chrysoperla exotera</i> Navas	Durazno, Guayabo, Naranja Nogal.	Ags., Chih., Coah., Dgo., Gto., NI., Son., Zac.
<i>Chrysoperla externa</i> Hagen	Durazno, Guayabo, Naranja Nogal, Vid	Ags., Chih., Coah., Dgo., Gto., NI., Tams.
<i>Chrysoperla rufilabris</i> Burmeister	Durazno, Naranja, Nogal, Papayo.	Coah., Dgo., Gto., Mich., NI., Tams.
<i>Eremochrysa punctinervis</i> Banks	Durazno, Guayabo, Naranja Nogal	Ags., Chih., Coah., Dgo., Son., Zac.
<i>Leucochrysa (nodita) sp</i>	Naranja, Nogal	Coah., Dgo., NI.

<i>Meleoma arizonensis</i> (Banks)	Nogal	Coahuila
<i>Meleoma colhuca</i> Banks	Durazno, Vid	Zacatecas

- Larvas

Las larvas de *C. carnea* pasan por tres estadios, después de los cuales elaboran un capullo donde entran en estado de pupa. El tiempo de desarrollo es afectado por la cantidad y calidad del alimento, temperaturas y fotoperiodos, siendo de 7.5 días cuando se le alimenta con huevecillos de *Ephestia kuehniella* y de 17 a 20 días cuando la dieta es artificial (Vanderzant, 1993; Zheng *et al.*, 1993). Respecto a la influencia de la temperatura y fotoperiodo, a 25°C el tiempo de desarrollo disminuye cuando se aumenta el fotoperiodo de 10 a 14h, mientras que a 30°C el desarrollo no es afectado por el fotoperiodo.

La alimentación de las larvas se realiza por succión; su aparato bucal esta cerrado y el intestino solo se comunican hacia el exterior a través de un canal estrecho que es ingerido. Los crisópidos son voraces y usualmente polípagos, sus presas incluyen conespecificos; en el caso de *C. carnea*, sus larvas son cazadores activos, caracterizados por movimientos rápidos y comportamiento agresivo (Canard *et al.*, 1984). Durante la captura y después de esta, las larvas inyectan saliva en el interior de la presa, cuya función es paralizar y predigerir los órganos internos, ayudándose con movimientos de las mandíbulas y maxilas. La cantidad de presas consumidas por *C. carnea* se conoce con respecto de especies diversas como se resume en el Cuadro 2, según información de autores consultados.

- Pupa

La larva de ejercer instar entra en estado de pupa, aparece un disco café formado por la exuvia larvaria; el periodo de desarrollo es de siete días a temperaturas que oscilan entre 25 y 30°C (canard *et al.*, 1984; Malik, 1981).

- **Adulto**

La emergencia del adulto es de las etapas más difíciles en la vida del insecto, ya que es afectada por la alimentación inadecuada de las larvas. El adulto se alimenta de líquidos dulces, mielecilla excretada por otros insectos, néctar de flores y polen (Canard *et al.*, 1984), aunque el de algunas especies es entomófago (Principi, 1940; Ru *et al.*, 1975). En el caso específico de *C. carnea*, el adulto se alimenta vorazmente de mielecilla de *Planococcus citri*, así como de néctar de flores de girasol y polen de maíz, los cuales influyen en la fecundidad al parecer los líquidos dulces excretados por las especies de áfidos son los que más estimulan la fecundidad (Neumark, 1952). Se ha observado que *C. carnea* tiene el hábito de alimentarse por la noche (Grinfel'd, 1959; Sheldon y Macleod, 1971), entre las 18:00-22:00 h y entre 02:00±09:00 h, pero con mayor frecuencia entre 07:00 y 08:00 h (Jones *et al.*, 1977)

Cuadro 2. Numero de insectos consumidos por *Chrysoperla carnea* durante su desarrollo larvario.

Presa	Promedio consumido	Referencia
<i>Panonychus citri</i>	9900	Fleschner, 1959
<i>Aphis gossypii</i>	208	Burke y Martin, 1956
<i>Therioaphis maculata</i>	323	Simpson y Burkhardt, 1990
<i>Myzus persicae</i> (inmaduros)	386	Hafez y Abd-el-Hamid, 1965
<i>Prodenia litura</i> (huevecillos)	346	
<i>Myzus persicae</i>	393	Sundby, 1966
<i>Aphis gossypii</i> (2 ^o instar)	425	Scopes, 1969
<i>Myzus persicae</i> (2 ^o instar)	385	
<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (huevos)	240	Shuvakhina, 1971
<i>Aphis gossypii</i>	487	Afzal y Khan, 1978
<i>Bemisia tabaci</i>	511	

Se conoce en la mayoría de las especies de crisopas que sus gónadas son inmaduras después de la emergencia del adulto; también que el periodo de preoviposición depende de la especie, la temperatura, humedad relativa, luz, alimentación larvaria y cantidad y de la calidad del alimento disponible para los adultos. Bajo condiciones óptimas, la copula puede ocurrir dentro los primeros tres días, a lo que sigue la oviposición 24 h después, si la temperatura es de 30°C; sin embargo, el período de preoviposición puede alargarse por arriba de esta temperatura (Canard *et al.*, 1984). Las hembras vírgenes de *C. carnea* pueden poner huevecillos no fertilizados (Canard *et al.*, 1984) y no pierden su receptividad sexual a los machos después de diez días de aislamiento; pueden copular y ser fecundadas normalmente.

Importancia de la respuesta funcional.

La respuesta funcional de los depredadores expresa la influencia del comportamiento de los enemigos naturales como individuos sobre la dinámica poblacional. Sin embargo, existen numerosas limitaciones inherentes al proceso de estimación que afectan la confianza en los resultados y, en consecuencia, en las conclusiones biológicas. Estas limitaciones incluyen el diseño experimental, el método estadístico y el modelo de respuesta funcional usados para analizar los datos y estimar sus parámetros.

El término, usado originalmente por Solomon (1949), describe la relación entre el número de presas consumidas por un depredador en función de la densidad de la presa, en un espacio e intervalo de tiempo fijo. La respuesta funcional es central para cualquier descripción sobre parasitismo o depredación, precisamente porque el número de presas consumidas determina el desarrollo, supervivencia y reproducción de los depredadores o parasitoides (Oaten & Murdoch 1975). Sirve también para evaluar la potencialidad de agentes de control biológico de plagas (Fernández-Arhex & Corley 2003). Por

ejemplo, permite conocer la densidad asintótica (de saturación) de presas, mas allá de la cual se incrementa la probabilidad de escape (Begon *et al.* 1995). También permite entender relaciones coevolutivas depredador presa e inferir acerca de los mecanismos etológicos básicos implícitos en dichas interacciones (Houck & Strauss, 1985).

La importancia de la respuesta funcional es que determina el cambio del numero de presas muertas por un depredador por unidad de tiempo, como función del cambio en la densidad de presa (Salomón, 1949), donde la máxima cantidad de presas muertas esta determinada por el efecto combinado del tiempo de manipulación y la saciedad (Holling, 1959).

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

Modelos

Se han propuesto varios modelos analíticos para describir e incluso predecir los resultados del proceso de las depredación, estos modelos se pueden dividir en termino general entres grupos.

- Modelos simples

Estos suponen que el depredador busca y ataca a su presa de manera aleatoria, en algunos casos, la capacidad de búsqueda del depredador no es un factor limitante; por ejemplo, en las condiciones de muy alta densidad de la presa como los brotes poblacionales de las plagas agrícolas (Thompson, 1924), en otros casos, la saciedad o la capacidad reproductora del depredador

no tiene límite, por ejemplo, el caso de las plagas de árboles frutales (sistemas estables) donde existe una estabilidad relativa espacio-temporal (Lotka-Volterra, 1925; Nicholson-Baily, 1935; Holling tipo I, 1959). Estos modelos suponen que el ataque del depredador es lineal en función de la densidad de la presa y no llega a un nivel asíntota. A continuación se demuestran las ecuaciones de estos modelos:

Lotka-Volterra (1925):

Ecuaciones diferenciales: $d_{N_0}/dt = rN_0 - aN_0P$ (presa)

$d_P/dt = C(aN_0)P - dP$ (depredador)

Ecuación integral: $N_a = N_0 \{1 - \exp[r - ap(1 - \exp(-d)/d)]\}$

Condiciones de la ecuación integral: $r < 0$ y $d > 0$

Thompson (1924): $N_a = N_0(1 - \exp(-Na/N_0))$

Nicholson-Bailey (1935): $N_a = N_0(1 - \exp(-ap))$

Holling (1959): tipo I $N_a = a'T_s N_0$

Donde, N_0 = número inicial de presas; P = número de los depredadores; d_{N_0} = cambio en la densidad de la presa; d_P = cambio en la densidad del depredador; d_t = cambio en la duración del tiempo. r = tasa del crecimiento por cabeza de la presa en ausencia del depredador; a = coeficiente o capacidad de búsqueda del depredador durante toda su vida; a' = tasa instantánea de descubrimiento en función de tiempo de búsqueda (T_s); C = tasa de conversión de la presa atacada (aN_0) en prole del depredador; d = tasa de mortalidad del depredador en ausencia de la presa; N_a = número de las presas atacadas; \exp = la base del logaritmo natural.

- **Modelos basados en la cinética de enzimas (Michaelis-Menten)**

Estos modelos toman en cuenta el tiempo como un factor vital para el proceso de ataque aleatorio y suponen que el número de presas atacadas por un individuo del depredador incrementa monótonamente a una asíntota. Los primeros en este grupo son los de Watt, 1959; y el modelo Holling tipo II

(1959) que en realidad son modelos instantáneos y juntos con estos existen los de Dowd y Riggs (1965) y Livdahl y Stiven (1983); todos estos modelos describen el proceso de depredación de forma instantánea, mientras que los modelos de Royana (1971) y de Rogers (1972) suponen que los procesos duran un lapso de tiempo y no es instantáneo. Aparte de estos modelos existen los de real (1977) y Fugii *et al*, (1986) que toman en cuenta la inteligencia del depredador como un componente importante en el proceso de ataque, estos dos modelos (por sus condiciones específicas) se comportan de igual manera como los demás. Las ecuaciones de estos modelos se presentan a continuación:

Watt (1959), Ivlev (1955):	$N_a = N_a \max (1 - \exp - a N_o)$
Holling (1959): tipo II (logarítmico):	$N_a = a' T_t N_o / (1 + a' T_h N_o)$
Dowd y Riggs (1965):	$N_a = T_h^{-1} + (-a' T_h)^{-1} (N_o / N_a)$
Livdahl y Stiven (1983):	$N_a^{-1} = T_h + a'^{-1} N_o^{-1}$
Royama (1971), Rogers (1972):	$N_a = N_o (1 - \exp - a' T_t + a' T_h N_a)$
Real (1977, n=1: no-aprendizaje):	$N_a = (N_o)^n N_a \max / [(N_o)^n + N_o f]$
Fugii <i>et al</i> . (1986, C=0: no-inteligencia):	$N_a = T_t / [T_h + 1 / (a' N_o \exp C N_o)]$

Donde, $N_a \max$ = Máximo número de presas atacadas; T_h = tiempo de manipuleo, es decir, el tiempo que le toma al depredador en identificar, perseguir, luchar y matar (e incluso la pausa digestiva) a la presa; T_t = tiempo total de exposición de las presas a los depredadores; n = coeficiente del aprendizaje del modelo del modelo real (1977); $N_o f$ = la densidad crítica de la presa correspondiendo al punto de inflexión de la curva de ataque; $N_a \max$ = la asíntota de la curva de ataque; C = coeficiente de aprendizaje del modelo de Fuji *et al*. (1986) y las demás notaciones como antes descritas.

Modelos basados en la búsqueda no aleatoria.

Los modelos de Holling tipo III (1959), Hassell y Varley (1969), Hassell y May (1973), May (1978), real con $n > 1$ y Fugii *et al*. (1986) con $C > a' T_h$, consideran que la búsqueda no es aleatoria sino que depende de los

factores evolutivos, por ejemplo, el desarrollo de la imagen de búsqueda (Holling, 1959; Real, 1977; Fugii et al., 1986); la agregación del depredador a las densidades altas de la presa (Hassell y May, 1973; May, 1978) y el componente de interferencia mutua o la competencia entre los individuos del depredador cuando están atacando a la población de la presa (Hassell y Varley, 1969).

1) a continuación se presentan las ecuaciones de estos modelos:

	$i=n$
Haskell y May (1973):	$N_a = N_o [1 - \sum_{i=1}^n \infty_i \exp -a\beta_i]$
	$i=1$
Holling (1959) tipo III (sigmoidal):	$N_a = bTt (No)^2 / 1 + gNo + bTh (No)^2$
Hassell y Varley (1969):	$N_a = No(1 - \exp -QP^{(1-m)})$
May (1978):	$N_a = No\{1 - [1 + a' / k(1 + a' Th No)]^{-k}\}$
Real (1977, >1 , hay aprendizaje y la respuesta funcional es sigmoidal):	$N_a = (No)^n N_{a \max} / [(No)^n + No f]$
Fujii et AL. (1986, $C=a'Th$, hay inteligencia y La respuesta funcional es de tipo sigmoidal):	$N_a = Tt / [Th + 1 / (a' No \exp C No)]$

Donde, n = numero de las unidades del hábitat; ∞_i = la proporción de las presas en “ i ” esimo unidad de hábitat; β_i = la proporción de los depredadores en “ i ” esima unidad de hábitat; “ b ” y “ g ” son los constantes del modelo Holling (1959) tipo III: Q = constante de Quest y es igual a “ a ” para un depredador; m = el parámetro de la interferencia mutua o la competencia directa; k = el parámetro de binomial negativa y las demás antes descritas.

La selección de los modelos depende del objetivo de la investigación; si se trata de la regulación poblacional de la presa, entonces, solo los modelos con respuesta funcional de tipo sigmoidal ofrecen la alternativa, ya que este tipo de representa un factor densodependiente directo;

estabiliza el sistema depredador-presa. Los modelos basados en la cinética representan densidad-dependencia inversa y por lo tanto, son desestabilizantes, mientras que los modelos sencillos son irreales y actúan como un factor densidad-dependiente, ejerciendo un efecto neutro en el sistema depredador-presa.

- **Modelo Holling**

El modelo de Holling (1959) predice el número de presas muertas (N_a) por un depredador aumenta en forma inversa con la densidad de la presa (N_o), hasta aproximadamente la saciedad. El número máximo de presas atacadas en condiciones experimentales está determinado por la división del tiempo total de exposición (T_t) entre el tiempo de manipulación (T_t/T_h); la rapidez con que este número es alcanzado está determinada por la tasa instantánea de descubrimiento (a'), la cual está en función de la tasa de búsqueda multiplicada por la probabilidad del descubrimiento de una presa.

$$N_a/N_o = a' (T_t - T_h N_a)$$

$$N_a/N_o = a' T_t - a' T_h N_a$$

$$N_a = a' (a' T_t N_o) / (1 + a' T_h N_o)$$

Donde: N_a = número de presas muertas, N_o = número de presas ofrecidas, a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa, T_t = tiempo total de exposición depredador-presa, T_h = tiempo de manipulación

En su trabajo clásico, Holling (1959) describió tres tipos de respuesta funcional. En la respuesta de tipo I (Figura 1a) existe un aumento lineal de la tasa de ataque del depredador respecto a la densidad de la presa (con una pendiente igual a la eficiencia de búsqueda), hasta llegar a un punto a partir del

cual la máxima tasa de ataque permanece constante. Este tipo de respuesta refleja uno de los aspectos más realistas de modelos clásicos como los de Thompson (1930) y Nicholson & Bailey (1935). En éstos, las interacciones huésped-parasitoide ocurren en ambientes estacionales y con una tasa de depredación denso-independiente (Hassell 2000).

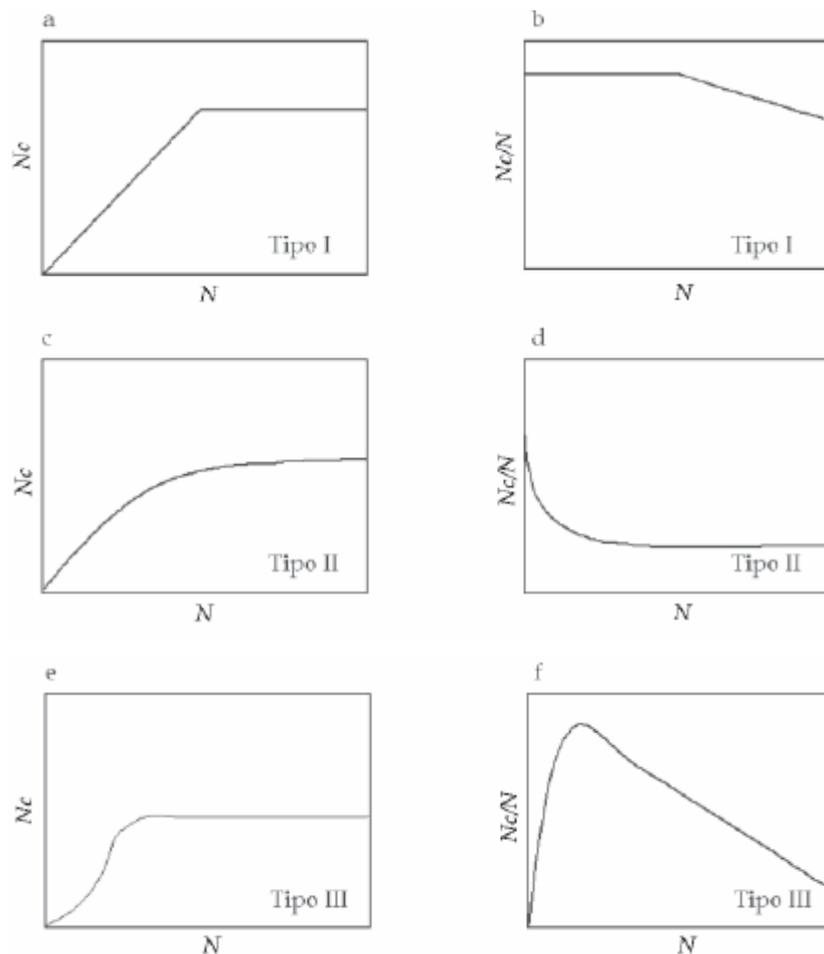


Figura 1. Los tres tipos de respuesta funcional más comunes. En a, c y e se muestra, para cada respuesta, la relación entre el número de presas consumidas por depredador (NC) y el número de presas ofrecidas al depredador (N), mientras que en b, d y f, se muestra la relación entre la proporción de presas consumidas (NC/N) y el número de presas ofrecidas al depredador (adaptado de Juliano, 1993).

En la respuesta funcional de tipo II (Figura 1c) aparece otro parámetro, además de la eficiencia de búsqueda, denominado "tiempo de manipulación" (T_m). Éste se define como el tiempo dedicado a perseguir, dominar, consumir y digerir las presas, y a prepararse para la siguiente búsqueda. Dado que el tiempo de búsqueda se reduce (debido al tiempo de manipulación), este tipo de respuesta resulta en un aumento desacelerado a medida que aumentan las presas consumidas, hasta llegar a una asíntota en la cual se expresa la máxima tasa de ataque (T/T_m). A esta densidad, el tiempo disponible por el depredador es usado para manipular la presa y el tiempo de búsqueda resulta entonces despreciable. En consecuencia, tiempos de manipulación largos conducen a bajas tasa de ataque y viceversa (Hassell, 2000). Este tipo de relación resulta en un parasitismo densodependiente inverso, lo que implica que las presas, a altas densidades poblacionales, tendrán una menor probabilidad de ser atacadas que cuando están a densidades bajas. Teóricamente, la inclusión de este tipo de respuesta funcional en los modelos tipo Nicholson-Bailey desestabiliza al sistema (Hassell & May 1973; Walde & Murdoch 1988; Getz & Mills, 1997). No obstante, como el tiempo de manipulación suele ser una fracción pequeña dentro del tiempo disponible, es probable que este efecto desestabilizador sea insignificante (Gullan & Cranston, 2000). Para los parasitoides, tanto el tiempo de manipulación constante como la limitación por escasez de huevos conducen a respuestas de tipo II (Ivlev, 1961).

Una curva sigmoidea es la que resulta en una respuesta de tipo III. En este caso, el número de presas consumidas por unidad de tiempo se acelera con el aumento de la densidad de presas, hasta que el tiempo de manipulación comienza a limitar su consumo (Figura 1e). Este tipo de respuesta produce, a bajas densidades de presa, una mortalidad densodependiente directa. Es por esta razón que solo la respuesta de tipo III es potencialmente estabilizadora de la dinámica presa-depredador y es importante destacar que esto sucede a bajas densidades de la presa (Hassell *et al.*, 1977;

Hassell, 1978; Collins *et al.*, 1981; Walde & Murdoch, 1988; Chesson & Rosenzweig, 1991; Berryman, 1999; Bernstein, 2000; Gullan & Cranston, 2000). Una vez superado el punto de inflexión, la curva se parece a la descripta para la respuesta de tipo II.

Modelo Rogers

Royama (1971) y Rogers (1972) propusieron 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. La ecuación (4) integra la tasa instantánea de 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 & Strauss, 1985; Juliano, 1993):

$$N_C = N \{1 - \exp [a (T_m N_C - T)]\} \quad (4)$$

Sustituyendo la ecuación (2) en la (4), la respuesta de tipo III es la siguiente (Hassell *et al.*, 1977; Hassell, 1978):

$$a = (d + bN) / (1 + cN) \quad (2)$$

$$N_C = N \{1 - \exp [(d + bN)(T N_C - T) / (1 + cN)]\} \quad (5)$$

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el departamento de parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Durante el periodo comprendido entre abril-mayo de 2008. Las especies utilizadas para los estudios biológicos y de depredación correspondientes, fueron *Trialeurodes vaporariorum* como presa y *Chrysoperla carnea* como depredador.

Obtención *Chrysoperla carnea* (Stephens)

Los especímenes utilizados en el estudio, fueron donados por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Coahuila. Los cuales fueron entregados en etapa de huevecillos para posteriormente criarlos en la cámara bioclimática número siete del departamento de parasitología de la UAAAN, bajo condiciones controladas de 18-25°C hasta que llegaron al estadio de larva 3 (L3) que era en el cual se utilizarían dentro del experimento.

Obtención de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)

La colecta de *Trialeurodes vaporariorum* se llevó a cabo en plantas de frijol establecidas bajo condiciones de invernadero localizadas en la UAAAN. Las cuales presentaban altas poblaciones de *T. vaporariorum*. Se obtuvieron aproximadamente 5000 huevecillos que se capturaron mediante la recolección

de hojas infestadas, posteriormente fueron transportados a la cámara bioclimática no. 7 De esta población se tomaron muestras para una posterior identificación taxonómica.

Procedimiento del experimento.

Todo el proceso de respuesta funcional se realizó en una cámara ambiental Biotronette con condiciones de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, 60-70 HR y fotoperiodo 12:12:12 horas luz oscuridad. el trabajo se realizó siguiendo la técnica de la hoja de arena descrita por Ahmadi, (1983), realizándose en pequeñas hojas de arena. Los discos de la hoja de frijol de 3.5cm de diámetro hechos con sacabocados. Estos discos se mantenían sobre el haz colocándolos en un papel absorbente, el cual estaba sobre una base de vidrio de 5x5cm perforado con un diámetro de 2.7cm y con una altura de 0.5cm. Para evitar el escape de las larvas se tapaba con un cuadro de tela mosquitera para permitir la entrada de oxígeno y así evitar la muerte de las larvas. Todos estos componentes se sujetaban mediante unos broches de metal y se colocaban en unas cajas de plástico con una esponja humedecida en el fondo para evitar la deshidratación la hoja.

Para medir la depredación de huevecillos de *T. vaporariorum* por *Chrysoperla carnea* se colocaron discos de frijol (hoja arena) los cuales se infestaron de huevos de *T. vaporariorum*.

Las densidades usadas en el presente experimento fueron de 1, 2, 4, 8, 16, 32, y 64 todas ellas con quince repeticiones respectivamente y con un depredador. La toma de datos sucedió a las 12 hrs. y 24hrs, para lo cual se procedió de la siguiente manera: se tomó cada hoja de arena y se observaron los huevos consumidos por *C. carnea*, en cada tratamiento y repetición, a las 12 y 24hrs.

Mediante el método de jack nife se estimó la desviación estándar a un intervalo de confianza del 95% (Meyer et al., 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para observaciones a las 12 y 24 horas de huevos consumidos de *Trialeurodes vaporariorum* por *Chrysoperla carnea* se muestran en el cuadro 3 y 4 respectivamente.

Cuadro 3. Resultados de huevecillos consumidos de *T.vaporariorum* por *C. carnea* a 12 horas

No ^a	Presas atacadas (Na)															Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.80
2	1	2	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	1	1	0.73
4	1	1	0	1	2	0	0	0	1	2	1	3	0	2	1	1.00
8	3	2	2	3	0	0	1	2	2	0	2	0	6	0	5	1.87
16	0	1	2	2	0	0	0	0	3	0	9	7	2	6	7	2.60
32	12	17	10	6	7	12	5	12	11	19	27	22	19	26	13	14.53
64	29	53	31	34	34	21	37	52	34	32	53	54	32	49	49	39.60

^a numero de presas expuestas

En el cuadro 3 se observa que el depredador en un tiempo de 12 horas de presas expuestas consumió más del 50% de ellas, en las densidades de 1 y 64, mientras que en las densidades de 2, 4, 8, 16 y 32 no se rebaso el 50% de consumo,

Cuadro 4. Resultados de huevecillos consumidos de *T. vaporariorum* por *C. carnea* a 24 horas

No ^a	Presas atacadas (Na)															Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.93
2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1.73
4	4	4	2	3	3	4	3	4	3	3	4	4	2	4	4	3.40
8	7	4	3	3	0	5	4	7	7	3	4	7	8	7	8	5.13
16	13	16	15	14	14	14	15	13	16	15	12	14	12	8	12	13.53
32	24	19	24	20	19	24	22	17	26	25	28	23	24	28	18	22.73
64	29	55	52	49	41	45	59	54	44	51	53	59	42	58	56	49.80

^a numero de presas expuestas

En el cuadro 4 se observa que el depredador en un tiempo de 24 horas de presas expuestas consumió más del 50% de ellas en todas las densidades. Esto concuerda con lo reportado por García *et al.* (2007), quien en un trabajo con *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre huevecillos de *Trialeurodes*, reportaron un consumo de más del 50% en todas las densidades de presas ofrecidas y difiere con lo observado por Auad *et al.*, (2001) que reporto consumo menor del 50% de ninfas de 3° y 4° estadio de *Uroleucom ambrosiae* por larvas de 3° estadio de *Chrysoperla externa*.

Cuadro 5. Promedio de huevecillos de *T. vaporariorum*, consumidas por larvas de tercer instar de *C. carnea* con parámetros de a' y T_h . a las 12 horas de observación

No ²	Na ³	Na Estimados ¹			
		Holling	Rogers	L & S ⁴	D & R ⁵
01	0.8000	0.3550	0.5375	0.2758	0.0597
02	0.7333	0.7055	1.0651	0.5481	0.1150
04	1.0000	1.3937	2.0919	1.0823	0.2140
08	1.8667	2.7206	4.0387	2.1110	0.3761
16	2.6000	5.1923	7.5536	4.0227	0.6052
32	14.5333	9.5138	13.3726	7.3517	0.8703
64	39.6000	16.2948	21.7507	12.5406	1.1143
a'		0.357±0.117	0.5425±0.27	.277±.687	.062±1.32
			1		
T_h		.0176±.093	.017±.043	.023±.009	0.017±10.9

¹ Ajuste entre los datos observados y estimados (χ^2 , $P \leq 0.05$).

² Número inicial de individuos de presa

³ Número de presas atacadas

⁴ L&S: Modelo de Livdhal y Stiven (1983)

⁵ D&R: Modelo de Dowd & Riggs

En el cuadro 5, se muestran los resultados de las observaciones a las 12 horas, en donde los valores obtenidos para a' y T_h de cada modelo son estadísticamente similares (Tukey, $p=0.05$), por lo que podemos mencionar que para análisis de datos para evaluar depredación de huevecillos de *T. vaporariorum* por larvas de 3° instar de *C. carnea* se puede utilizar cualquiera de los modelos empleados.

Al realizar una prueba de Ji^2 ($p=0.05$) para los datos obtenidos a las 12 horas encontramos que en ninguno de los modelos utilizados se ajustaron los datos observados con los esperados; mientras que, para las observaciones a las 24 horas solamente en el modelo de Rogers no hubo ajuste.

Cuadro 6. Promedio de huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum*, consumidas por larvas de tercer instar de *Chrysoperla carnea* con parámetros de a' y T_h a las 24 horas de observación.

No ²	Na ³	Na Estimados ¹			
		Holling	Rogers	L & S ⁴	D & R ⁵
01	0.9333	0.8266	1.9065	0.8150	1.0407
02	1.7333	1.6503	3.7650	1.6272	2.0445
04	3.4000	3.2891	7.3450	3.2436	3.9485
08	5.1333	6.5328	14.0016	6.4443	7.3894
16	13.5333	12.8877	25.6038	12.7208	13.0955
32	22.7333	25.0925	43.7162	24.7955	21.3314
64	49.8000	47.6596	67.6413	47.1943	31.1161
a'		0.828±0.059	1.931±0.337	0.816±1.78	1.059±.256
T_h		0.0021±0.014	0.0067±0.010	.816±.004	.017±.014

¹ Ajuste entre los datos observados y estimados (χ^2 , $P \leq 0.05$).

² Número inicial de individuos de presa

³ Número de presas atacadas

⁴ L&S: Modelo de Livdhal y Stiven (1983)

⁵ D&R: Modelo de Dowd & Riggs

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de las observaciones a las 24 horas en donde los valores obtenidos para a' de cada modelo son estadísticamente similares; mientras que para T_h el modelo de Livdhal&Stiven (0.816 ± 0.004) es estadísticamente diferente al de Holling (0.828 ± 0.059), Rogers (1.931 ± 0.337) y al de Dowd&Riggs (1.059 ± 0.256).

Al graficar las presas ofrecidas y las presas atacadas para cada uno de los modelos en estudio a observaciones de 12 y 24 horas (Figura 2 y 3), podemos observar que en cada uno de los modelos, el número de presas atacadas aumenta conforme se aumenta el número de presas ofrecidas, esto concuerda con lo encontrado por Garcia *et al.* (2007) y Auad *et al.* (2001) quienes reportan datos similares en trabajos con *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum*, y larvas de 3° estadio de *Chrysoperla externa* sobre ninfas de 3° y 4° estadio de *Uroleucom ambrosiae* respectivamente.

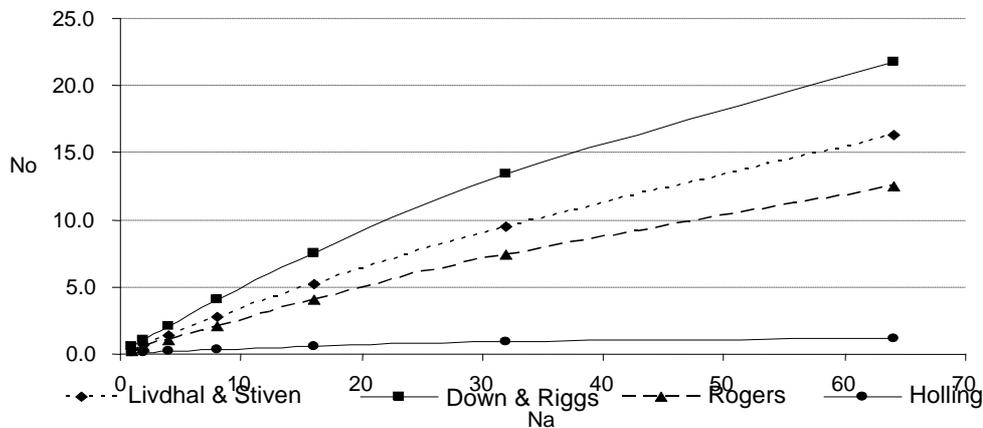


Figura 2.: Comparación de las presas ofrecidas y atacadas para cada uno de los modelos utilizados en observaciones a las 12 hrs.

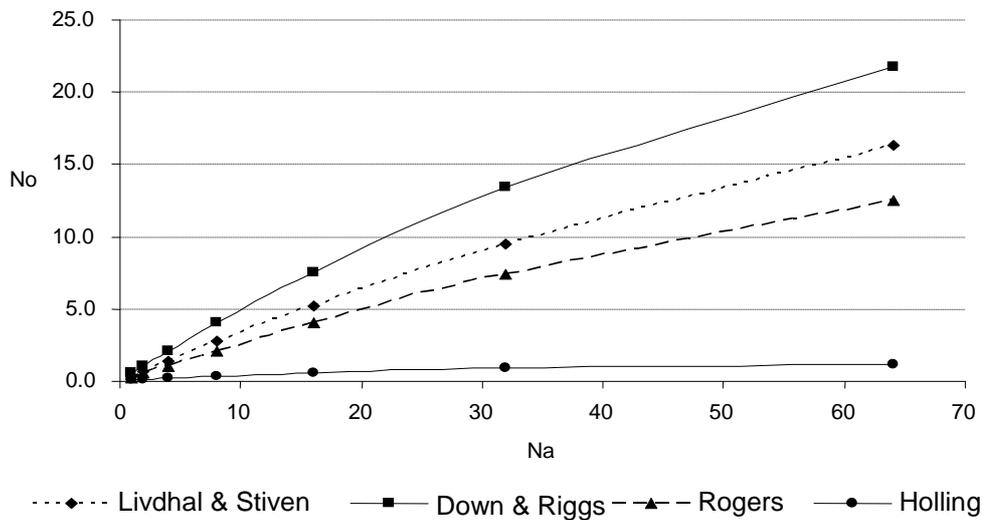


Figura 3.: Comparación de las presas ofrecidas y atacadas para cada uno de los modelos utilizados en observaciones a las 24 hrs.

La respuesta funcional de larvas de 3° instar de *Chrysoperla carnea* sobre huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum*, obtenida a las 12 y 24 horas fue de tipo II de conforme a la clasificación de Holling (1959) y de acuerdo a Real (1977), que menciona que si $n = 1$ la respuesta funcional es tipo II y si $n > 1$ es tipo III aplicado al modelo $\text{Log} (Na/(k-Na)) = (\text{log Noc})^{-1} + n (\text{log No})$ donde, Na es el número de presas ofrecidas, k el número máximo de presas consumidas, No el número de presas consumidas y Noc el número crítico de presas consumidas; encontrando para esta investigación valores de n de 1.7161 y 1.8739 a las 12 y 24 horas respectivamente, pero al realizar una prueba t se encontró que estos valores no difieren estadísticamente de 1, por lo que la respuesta funcional es de tipo II a las 12 y 24 horas. Auad *et al.* (2001) reportan observaciones semejantes para *C. externa* alimentada con *U. ambrosiae* con densidades de 30, 40 y 50 pulgones.

CONCLUSIONES

De acuerdo al tipo de trabajo y a las condiciones en las que se desarrollo, podemos mencionar las siguientes conclusiones:

La respuesta funcional obtenida a las 12 y 24 horas de exposición de *Chrysoperla carnea* sobre huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum* fue de tipo II según Holling (1959).

Para analizar respuesta funcional de *Chrysoperla carnea* sobre huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum* a las 12 horas se pueden utilizar los modelos de Holling (1959), Rogers (1977), Livdhal&Stiven (1983) y Dowd&Riggs (1965).

Mientras que, para análisis de respuesta funcional las 24 horas se pueden utilizar los modelos de Holling (1959), Rogers (1977) y Dowd&Riggs (1965).

LITERATURA CITADA

Alphen, J. y M. Jervis. 1996. Foraging behaviour. En: Jervis, M. y N. Kidd (eds.) Insect natural enemies. Chapman & Hall, London. pp. 1-62.

Afzal, M. & M. R. Khan. 1978. Life history and feeding behaviour of green lacewing *Chrysopa carnea* Stephens (Neuropt: Chrysopidae). Pkist. J. Zool. 10:83-90.

Alrouechdi, Kh. & J. Voegelé. 1981. predation des trichogrammes par les chrysopides. Agronomie 1 :187-189.

Auad, AM; Freitas, S De, Barbosa, LR. 2001. Influencia de la dieta en la respuesta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). Boletín Sanidad Vegetal Plagas 27:455-463.

Badii, M. H., A. E. Flores, H. Quiroz & R. Foroughvakheh. 2000. Depredación y control biológico. P. 53-60. In: M. H. Badii, A. E. Flores & L. J. Galan. Fundamentos & perspectivas de control biológico. UANL, Monterrey.

Baugártner, J. y Gutiérrez, A. P., 1989: Simulation techniques applied to crops and pest models. En: Cavalloro, R.; DeLucchi, V. (Eds.). *Parasitism 88. Proceeding of a Scientific Congress*. Barcelona 25-28 de octubre 1988. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas; Fuera de serie*, 17: 175-214.

Buitrago, N. 1992. Niveles de resistencia insecticidas en *Trialeurodes vaporariorum* plaga del frijol común. Trabajo de grado. Universidad Nacional DE Colombia. Facultad de agronomía. Bogotá (Colombia), 96 p.

Begon, M; JL Harper & CR Townsend. 1995. Ecología: individuos, poblaciones y comunidades. Ed. Omega. Barcelona.

Borror, D.J., C.H. Triplehorn and N.F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. 6a. Ed. Saunders College publishing. E.U.A.

Brooks, S. J. and P. C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) 59: 117-286. Coria, V. M. 2000. Exploración de depredadores y parasitoides del "trips" (Varias Especies) (Thysanoptera: Thripidae) en huertos de aguacate de Uruapan, Michoacán, México, pp. 98- 100. *En*: Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2000. Guanajuato, Gto. México.

Bryne, N.D. and T.S. Bellows, jr. 1991. whitefly Biology. Ann. Rev. Entomol. 36:431-57.

Burke, H. R. & D. F. Martin. 1956. The biology of Chrysopidae. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Netherlands. 287 p.

Cardona, C.; F. Rendón, J. García, A. López Ávila, J.M. Bueno y J. D. Ramírez 2001. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Rev. Col. Entomol. 27 (1-2): 33-38

Carreño, R., 1996: *Modelos logísticos. Aplicaciones a la Agronomía*. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. Tesis Doctoral. Almería, 168 pp.

Chen, S. H. & B. Young. 1941. on the protective value of the egg-pedicel of Chrysopidae. Sinensia. Shanghai 13:211-215.

Córtez, H., R. Alatorre-Rosas, H. Bravo-Mojica, L. A. Aceves-Navarro y C. F. Ortiz-García. 2001. Efecto de factores bióticos y abióticos en la fluctuación de *Toxoptera aurantii* en cacaotales de Tabasco, México, pp. 113-116. *En*: Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2001. Chihuahua, Chih. México.

Colind D. S.1 S. Kristine Braman y A.F. Pendley. 2002. Functional Response of the Azalea Plant Bug (Heteroptera: Miridae) and a Green Lacewing *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), Two Predators of the Azalea Lace Bug (Heteroptera: Tingidae). Environ. Entomol. 31(6): 1184-1190 (2002).

Fernández-Arhex, V & JC Corley. 2003. The functional response of parasitoids and its implications for biological control. *Biocontrol Sci. Techn.* 13:403-413.

Fleschner, C. A. 1959. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. *Hilgardia* 20:233-265.

Fu, A. A., G. Osorio, J. L. Miranda y J. Grageda. 2002. Evaluación de una cubierta vegetal con *Sesbania* spp. y liberaciones de *Chrysoperla carnea* para el control biológico de la chicharrita de la vid, pp. 225-227. *En: Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2002. Hermosillo, Son. México.*

Gonçalves S. C., Machado A. A., Souza B., Freire C. C., Bonani J. P. 2004. Aspectos Biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) Alimentada com *Bemisia tabaco* (Gennadius, 1889) (Homoptera: Aleyrodidae) Criada em Três Hospedeiros. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 28, n. 2, p. 243-250, mar./abr., 2004.

Grinfe'd, E. K. 1959. Feeding by neuropteran adults on pollen. *Vestn . leningr. Univ.* 1959 (9): 48-55.

Hafez, M. & A. Abd-el-Hamid. 1965. on the feeding habitats of the aphid lion *Chrysopa vulgaris* sch.n. *Agric. Res. Rev.* , Cairo 43: 37-46.

Hassell, M.P. 1980. The dynamics of competition and predation. Department of Zoology and Applied Entomology. Imperial College of Science and Technology. Study in Biology No. 72, 68 p.

Hill, B.G. 1969. Morphological comparison between two species of whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (West) and *Bemisia tabaci* (Genn) (Homoptera: Aleyrodidae) which occur on tobacco in the Transvaal. *Phytophylactica*. 1127-46.

Hill, D. S., 1987: *Agricultural insect pests of the tropics and their control*. Cambridge University Press. Cambridge: 746 pp.

Holling, C. S., 1959: Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Ent.*, 91:385-398.

Houck, MA & RE Stratuss. 1985. The comparative study of functional responses: experimental design and statistical interpretation. *Can. Entomol.* 117:617-629.

Huffaker, C. B. y Rabb, R. L. (Eds.), 1984: *Ecological entomology*. John Wiley and Sons. Nueva York:844.

Jones, S. L. P. D. Lingren & M.J. Bee. 1977. diel periodicity of feeding, mating and oviposition of adult *Chrysopa carnea*. *Ann. Ent. Soc. Am.* 70:43-47

Lenteren, J. C. van; Martin, N. A. Biological control of whitefly. In: Alabajes, R.; Gullino, M. L.; Lenteren, J. C. van; Elad, Y. (Eds.). *Integrated pest and disease management in greenhouse crops*. Netherlands: [s.n.], 1999. p. 202-216.

López-Arroyo J. I., J. Martínez-Medina y N. Bautista-Martínez. 2002. Artrópodos plaga y benéficos asociados a la canola en Nuevo León, México, pp. 131-134. *En: Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2002. Hermosillo, Son. México.

López-Arroyo, J. I., C. A. Tauber and M. J. Tauber. 1999b. Comparative life-histories of the predators *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana*, and *C. smithi* (Neuroptera: Chrysopidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 92: 208-217.

López-Arroyo, J. I., C. A. Tauber, and M. J. Tauber. 1999a. Effects of prey on survival, development, and reproduction of trash-carrying chrysopids (Neuroptera: *Ceraeochrysa*). *Environ. Entomol.* 28: 1183-1188.

López-Arroyo, J. I., C. A. Tauber, and M. J. Tauber. 1999c. Intermittent oviposition and re-mating in *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of the Entomological Society of America* 92: 587-593.

López-Arroyo, J. I., C. A. Tauber, and M. J. Tauber. 2000. Storage of lacewing eggs: Post-storage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biol. Control* 18: 165-171.

Lopez -arroyo, J.I & T. de leon Hernandez. 2000. produccion de *Ceraeochrysa* (neuropteran: Chrysopidae), pp. 108-115. En : Arredondo bernal, H. C. , M. A. Mellin Rosas& P. Perez Serrato (eds.), control biologico del pulgon café *Toxoptera citricida*, vector del virus de la trizteza de los citricos. Comision nacional de sanidad agropecuaria, direccion general de sanidad vestal, mexico, D. F. 192 p.

Lopez-Avila, A. 1986. Taxonomic and Biology. In Bemisia tabaci a literature survey on the cotton whitefly with an annotated Bibliography. Pp3-11. Ascot, UK:FAO/CAB. 121pp.

Martin, J. H. 1987. An Identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera, Aleyrodidae). Tropical Pest Management. 33 (4) : 298-322.

Martínez, I. P., M. Ramírez, U. Nava y J. M. Vázquez. 2001. Fluctuación poblacional de pulgones y sus depredadores en huertas de nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch), con alfalfa como cobertura vegetal en la Comarca Lagunera, pp. 127-130. *En*: Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2001. Chihuahua, Chih. México.

Martínez, L., A. Iturbide y G. Hernández. 2002. Enemigos naturales de *Corythuca cydoniae* (Hemiptera: Tingidae) en membrillero, en Durango, México, pp. 128-131. *En*: Memorias del XXV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2002. Hermosillo, Son. México.

Myartseva, S. n and Cotton whiteflies (Homoptera, Aleyrodidae) in central Asia. Entomological Review, 73 (6) : 1-10.

Neumark, S. 1952. *Chrysopa carnea* Steph. And its enemies in Israel. Llanoth 1: 1-127.

New, T. R. 2001. Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. pp. 6-28. *In*: P. McEwen, T.R. New, & A.E. Whittington (ed.). Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

Nordlund, D. A. & R. K. Morrison. 1992. Mass rearing of *Chrysoperla* species, pp. 427-439. *En*: Anderson, T. E. & N. C. Leppla (eds.), Advances in insect rearing for research and pest management. Westview Press, Boulder, C. O.

Norton, G. A. y Mumford, J. D., 1993: *Decision tolos for pest management*. C.A.B.-International. Wallingford, 279 pp.

Ontiveros, Y., M. Ramírez, U. Nava y G. Hernández. 2000. Desarrollo, sobrevivencia, fecundidad y estadísticos vitales de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), pp. 107-110. *En*: Memorias del XXIII Congreso

Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2000. Guanajuato, Gto. México.

Pérez, A. y C. Acatitla. 2001. Capacidad depredadora de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera:Chrysopidae) en el control de cinco especies de áfidos de importancia agrícola en Chapingo, México, pp.209-211. *En*: Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2001. Chihuahua, Chih. México.

Principi, M. M. 1940. Contributi allo studio dei neuroptteri italiani. 1. chrysopa septempunctata Wesm. e chrysopa flavifrons Brauer. Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna 12:63-144

Ramírez-Delgado, M. 2007. Diversidad, distribución y atributos bioecológicos de especies de Chrysopidae asociadas a los frutales del Norte y Centro de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de Los Garza, N. L., México. 145 p.

Ru, N., W. H. Whitcomb, M. Murphey & T. C. Carysle. 1975. Biology of *Chrysopa lanata* (neuropteran: Chrysopidae). Ann. Ent. Soc. Am. 68: 187-190

Santos, TM; Boiça Júnior, AL; Maeda, LT. 2002. Efeito de tricomas de algodoeiro (*Gossypium* sp.) sobre a biología e capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Alabama argillacea*. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras 6(2):537-544.

Sheldon, J. K. & E.G. MacLeod. 1971. Studies on the biology of Chrysopidae, 2. The feeding behaviour of the adult of *Chrysopa carnea* (neuropteran). Psyche, camb. 78: 107-121.

Singh, P. & R. F. Moore. 1985. Handbook of insect rearing. Vol. I. Elsevier Science Publishers, New York.

Shuvakhina, E. Y. 1971. On the feeding of *Chrysopa carnea* Steph. (neuropteran: Chrysopidae) by the eggs of Colorado potato beetle *leptinotarsa decemlineata* say. Proc. 13 int. conger. Ent. Moscow 1968, 2 186-187.

Simpson, R. G. & C. C. Burkhardt. 1960. biology and evaluation of certain predators of *therioaphis maculate* (buckt.) J. Econ. Entomol. 53: 89-94.

Solomon, J.E. 1949. The natural control of animal populations. *J. Anim. Ecol.* 18:1-35.

Sundby, R. A. 1966. A comparative study of the efficiency of three predatory insects *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysopa carnea* Stph. (Neuroptera: Chrysopidae) and *Syrphus ribesii* L. (Diptera: Syrphidae) at two temperatures. *Entomophaga* 11: 395-404.

Taddei M., H. 1996. Influencia de la dieta sobre la biología de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Tesis de maestría en ciencias. Programa de entomología y acarología, colegio de postgraduados, Montecillo, Edo. De México. 38 p.

Taddei M., H. 1996. Influencia de la dieta sobre el desarrollo y reproducción de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Vedali* 3: 11-19.

Tauber, C. A. and T. De León. 2001. Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94: 197-209.

Tauber, M. J. & C. A. Tauber. 1993. Adaptations to temporal variation in habitats: categorizing, predicting, and influencing their evolution in agroecosystems, pp. 103-126. In: Kim, K. C. & B. A. McPherson (eds.). *Evolutions of insects pests*. Wiley and sons, New York.

Tauber, M. J., C. A. Tauber and J. I. López-Arroyo. 1997. Life-history variation in *Chrysoperla carnea*: Implications for rearing and storing a Mexican population. *Biological Control* 8: 185-190.

Vanderzant, E. S. 1973. Improvement in the rearing diet of *Chrysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. *J. Econ. Entomol.* 66 (2): 336-338

Torres R. C., Martínez C.J.L., Ramírez S. J.C. 2000. Informe México. IX Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus. Panamá 2000.

Valencia, L. 2004. Estudio taxonómico de la familia Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el estado de Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Estado de México.

Van Lenteren, J. C and L. P. J.J. Noldus. 1990. Whitefly-Plant Relationships: Behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management*, ed. D.Gerlin. Pp 47-89. Andover, K: Intercept. 348 pp.

Vázquez, J. M. y R. Muñoz. 2000. Fluctuación poblacional de crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae) en huertas de nogal pecanero de la Comarca Lagunera, pp. 230-232. *En*: Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre de 2000. Guanajuato, Gto. México.

APÉNDICE

Cuadro 7. Huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum* consumidos por *Chrysoperla carnea* a 12 hrs.

No	Presas atacadas (Na)															Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0.80
2	1	2	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	1	1	0.73
4	1	1	0	1	2	0	0	0	1	2	1	3	0	2	1	1.00
8	3	2	2	3	0	0	1	2	2	0	2	0	6	0	5	1.87
16	0	1	2	2	0	0	0	0	3	0	9	7	2	6	7	2.60
32	12	17	10	6	7	12	5	12	11	19	27	22	19	26	13	14.53
64	29	53	31	34	34	21	37	52	34	32	53	54	32	49	49	39.60

Cuadro 8. Huevecillos de *Trialeurodes vaporariorum* consumidos por *Chrysoperla carnea* a 24 hrs

No	Presas atacadas (Na)															Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.93
2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1.73
4	4	4	2	3	3	4	3	4	3	3	4	4	2	4	4	3.40
8	7	4	3	3	0	5	4	7	7	3	4	7	8	7	8	5.13

16	13	16	15	14	14	14	15	13	16	15	12	14	12	8	12	13.53
32	24	19	24	20	19	24	22	17	26	25	28	23	24	28	18	22.73
64	29	55	52	49	41	45	59	54	44	51	53	59	42	58	56	49.80

Cuadro 9. Resultados del Modelo de Holling a 12 hrs

Holling					
No	Observados		Esperados		Ji^2c $X^2 = (O-E)^2 / E$
	Y Na	X Na/No	Yc $Yc = (a'No) / (1 + a'Th No)$	No	
1	0.8000	0.8000	0.3550		0.5579
2	0.7333	0.3667	0.7055		0.0011
4	1.0000	0.2500	1.3937		0.1112
8	1.8667	0.2333	2.7206		0.2680
16	2.6000	0.1625	5.1923		1.2942
32	14.5333	0.4542	9.5138		2.6484
64	39.6000	0.6188	16.2948		33.3316

No: numero de presas expuestas

38.2125 $Ji^2t = 12.5920$

Na: numero de presas atacadas

Ji^2 con $\alpha = 0.05$ y 6 gl

$Tt=1$

Pendiente: $b = .0063$

Intercepto: $a = 0.3572$ (a') es igual a "a"

$a = a'Tt$

$a' = Tt/a$

$a' = 106268/1$

$a' = 0.3572$

$b = a'Th$

$Th = b/a$

$Th = 0.0948/106268$

$Th = 0.0176$

Cuadro 10. Resultados del modelo Rogers a 12 hrs.

Rogers							
Observados				Y			
X				Ln	$Y_c = (a'No) / (1 + a'Th No)$		Ji^2c
No	Na	S	S/No	(S/No)			
1	0.8000	0.2000	0.2000	-1.6094		0.5375	0.1283
2	0.7333	1.2667	0.6333	-0.4568		1.0651	0.1033
4	1.0000	3.0000	0.7500	-0.2877		2.0919	0.5699
8	1.8667	6.1333	0.7667	-0.2657		4.0387	1.1681
16	2.6000	13.4000	0.8375	-0.1773		7.5536	3.2485
32	14.5333	17.4667	0.5458	-0.6054		13.3726	0.1007
64	39.6000	24.4000	0.3813	-0.9643		21.7507	14.6477

$\Sigma 19.9666 \quad Ji^2t = 12.592$

Pendiente: $b = -.0093$

Intercepto $a = -.5425$

$a = -a'Th$

$a' = Th/a$

$a' = 0.5425$

$b = a'Th$

$Th = b/a'$

$Th = 0.0172$

Cuadro 11. Resultados del modelo de Dowd & Riggs a 12 hrs.

Down & Riggs				
Observados				
No	Y Na	X Na/No	$Y_c = (a'No) / (1 + a'Th No)$	Ji ² c
1	0.8000	0.8000	0.0597	9.1813
2	0.7333	0.3667	0.1150	3.3265
4	1.0000	0.2500	0.2140	2.8864
8	1.8667	0.2333	0.3761	5.9081
16	2.6000	0.1625	0.6052	6.5754
32	14.5333	0.4542	0.8703	214.5048
64	39.6000	0.6188	1.1143	1329.1615

Pendiente: $b = 24.9440$

Intercepto: $a = -1.548663$

$\Sigma 1571.5440$ $J_{it} = 12.592$

$$a = 1/Th$$

$$Th = 1/a$$

$$Th = 0.6457$$

$$b = -1/Th a'$$

$$a' = -1/b Th$$

$$a' = 0.0621$$

Cuadro 12. Resultados Del modelo de Livdhal & Stiven a 12 hrs.

Livdhal & Stiven				
Observados				
X		Y		
No	Na	No/Na	$Y_c = (a'No) / (1 + a'Th No)$	Ji ² c
1	0.8000	1.2500	0.2758	0.9961
2	0.7333	2.7273	0.5481	0.0626
4	1.0000	4.0000	1.0823	0.0063
8	1.8667	4.2857	2.1110	0.0283
16	2.6000	6.1538	4.0227	0.5032
32	14.5333	2.2018	7.3517	7.0155
64	39.6000	1.6162	12.5406	58.3876

66.9995 Ji²t 12.592

Pendiente: $b = -0.0235$

Intercepto: $a = 3.6020$

$a = 1/a'$

$a' = 1/a$

$a' = 0.2776$

$b = Th$

$Th = b$

$Th = 0.0235$

Cuadro 13. Resultados del modelo de Holling a 24 hrs.

Holling				
Observados			Esperados	
No	Y	X	Yc	Ji2c
No	Na	Na/No	Yc = (a'No) / (1 + a'Th No)	X2 = (O-E)2 / E
1	0.9333	0.9333	0.8266	0.0138
2	1.7333	0.8667	1.6503	0.0042
4	3.4000	0.8500	3.2891	0.0037
8	5.1333	0.6417	6.5328	0.2998
16	13.5333	0.8458	12.8877	0.0323
32	22.7333	0.7104	25.0925	0.2218
64	49.8000	0.7781	47.6596	0.0961

No: numero de presas expuestas
 Na: numero de presas atacadas

Σ 0.6718

Tt=1

Pendiente: b = -.0017

Intercepto: a = 0.8280

a = a'Tt

a' = Tt/a

a' = 10.6268/1

a' = .8280

b = a'Th

Th = b/a'

Th = .0948/10.6268

Th = .0021

Cuadro 14. Resultados del modelo de Rogers a 24 hrs.

Rogers						
Observados			Y			
No	X					
No	Na	S	S/No	Ln (S/No)	$Y_c = (a'No) / (1 + a'Th$	Ji2c
1	0.9333	0.0667	0.0667	-2.7081	1.9065	0.4968
2	1.7333	0.2667	0.1333	-2.0149	3.7650	1.0963
4	3.4000	0.6000	0.1500	-1.8971	7.3450	2.1188
8	5.1333	2.8667	0.3583	-1.0263	14.0016	5.6170
16	13.5333	2.4667	0.1542	-1.8697	25.6038	5.6904
32	22.7333	9.2667	0.2896	-1.2393	43.7162	10.0714
64	49.8000	14.2000	0.2219	-1.5056	67.6413	4.7059

$\Sigma 29.7966$ Ji2t= 12.592

Pendiente: $b = 0.0129$

Intercepto $a = -1.9312$

$a = -a'Th$

$a' = Th/a$

$a' = 1.9282$

$b = a'Th$

$Th = b/a'$

$Th = .0067$

Cuadro 15. Resultados del modelo de Dowd & Riggs a 24 hrs.

Down & Riggs				
Observados				
	Y	X		
No	Na	Na/No	$Yc = (a'No) / (1 + a'Th No)$	Ji2c
1	0.9333	0.9333	1.0407	0.0111
2	1.7333	0.8667	2.0445	0.0473
4	3.4000	0.8500	3.9485	0.0762
8	5.1333	0.6417	7.3894	0.6888
16	13.5333	0.8458	13.0955	0.0146
32	22.7333	0.7104	21.3314	0.0921
64	49.8000	0.7781	31.1161	11.2188

Pendiente: $b = -54.2339$

Intercepto: $a = 57.4841$

$\Sigma 12.1490$ $Jit = 12.592$

$a = 1/Th$

$Th = 1/a$

Th=0.0147

$b = -1/Th a'$

$a' = -1/b Th$

a' = 1.0599

Cuadro 16. Resultados del modelo de Livdhal & Stiven a 24 hrs.

Livdhal & Stiven				
Observados				
X	Y			
No	Na	No/Na	$Y_c = (a'No) / (1 + a'Th No)$	Ji2c
1	0.9333	1.0714	0.8150	0.0172
2	1.7333	1.1538	1.6272	0.0069
4	3.4000	1.1765	3.2436	0.0075
8	5.1333	1.5584	6.4443	0.2667
16	13.5333	1.1823	12.7208	0.0519
32	22.7333	1.4076	24.7955	0.1715
64	49.8000	1.2851	47.1943	0.1439

0.6656 Ji2t 12.592

Pendiente: $b = .0020$
 Intercepto: $a = 1.2250$

$a = 1/a'$
 $a' = 1/a$
 $a' = .8163$

$b = Th$
 $Th = b$
 $Th = .0020$

Cuadro 17. Modelo para diferenciar respuesta funcional Real (1977)
12hrs

		x			y			
No	Na	log x	Na/(k-Na)	log (Na/(k-Na))	No	X ²	Y ²	
1	1	0.8000	0.0000	0.0204	-1.6902	0.0000	2.8568	n=1 Tipo II
2	2	0.7300	0.3010	0.0186	-1.7307	0.0906	2.9955	(No
3	4	1.0000	0.6021	0.0256	-1.5911	0.3625	2.5315	aprendizaje)
4	8	1.8700	0.9031	0.0490	-1.3094	0.8156	1.7146	n> Tipo III
5	16	2.6000	1.2041	0.0695	-1.1579	1.4499	1.3407	(Con
6	32	14.5300	1.5051	0.5705	-0.2438	2.2655	0.0594	aprendizaje)
7	64	39.6000	1.8062	99.0000	1.9956	3.2623	3.9826	

Σ 6.3216 99.7537 -5.7275 8.2463 15.4810

Regresión

X= log x

Y= log (Na/(k-Na))

Intercepto

a= -2.3680

Pendiente

b= 1.7161 como b es mayor que 1 se hace una prueba de t

Para prueba de t

$$N = 7$$

$$F_c = (\sum X)^2 / n$$
$$F_c = 5.7090$$

$$F_c = (\sum y)^2 / n$$
$$F_c = 4.6862$$

$$SC_x = \sum X^2 - F_c$$
$$SC_x = 2.5373$$

$$SC_y = \sum y^2 - F_c$$
$$SC_y = 10.7948$$

$$SC_{EE} = SC_y - SC_x$$
$$SC_{EE} = 8.2574$$

$$CM_{EE} / (n-2)$$
$$CM_{EE} = 1.6514864$$

$$t_c = (b_{\text{calculada}} - b_{\text{hipotética}}) / \text{Raiz} (CM_{EE} / SC_x)$$

$$CM_{EE} / SC_x = 0.8068$$

$$\text{Raiz} (CM_{EE} / S_x) = 0.8068$$

$$b_{\text{calc}} = 1.7161$$

$$b_{\text{hip}} = 1$$

$$t_c = (b_{\text{calculada}} - b_{\text{hipotética}}) / \text{Raiz} (CM_{EE} / SC_x)$$

$$t_c = 0.8876$$

$$t_t = 2.5710$$

$$\alpha = 0.05$$

$$g = n - 2$$

$$g = 5$$

Hipótesis:

$$H_0: b_{\text{cal}} = b_{\text{cal}} = b_{\text{hip}}$$

$$H_1: b_{\text{cal}} \neq b_{\text{hip}}$$

Como t_c es $<$ t_t se acepta H_0

Lo que indica que b calculada es igual a 1

		x	50.0000	y			
No	Na	log x	Na/(k-Na)	log (Na/(k-Na))	No	X ²	Y ²
1	1	0.9300	0.0000	0.0190	-1.7223	0.0000	2.9664
2	2	1.7300	0.3010	0.0358	-1.4456	0.0906	2.0898
3	4	3.4000	0.6021	0.0730	-1.1369	0.3625	1.2926
4	8	5.1300	0.9031	0.1143	-0.9418	0.8156	0.8871
5	16	13.5300	1.2041	0.3710	-0.4306	1.4499	0.1854
6	32	22.7300	1.5051	0.8335	-0.0791	2.2655	0.0063
7	64	49.8000	1.8062	249.0000	2.3962	3.2623	5.7418

Cuadro 18.
Modelo para
diferenciar
respuesta
funcional
Real (1977)
24 hrs

n=1 Tipo II (No aprendizaje)
n> Tipo III (Con aprendizaje)

$\Sigma=6.3216 \quad 250.4466 \quad -3.3602 \quad 8.2463 \quad 13.1694$

Regresión

X= log x

Y= log (Na/(k-Na))

Intercepto

a= -2.1724

Pendiente

b= 1.8739 como b es mayor que 1 se hace una prueba de t

Para prueba de t

$$N= 7$$

$$F_c = (\sum X)^2 / n$$
$$F_c = 5.7090$$

$$F_c = (\sum y)^2 / n$$
$$F_c = 1.6130$$

$$SC_x = \sum X^2 - F_c$$
$$SC_x = 2.5373$$

$$SC_y = \sum y^2 - F_c$$
$$SC_y = 11.5563$$

$$SC_{EE} = SC_y - SC_x$$
$$SC_{EE} = 9.0190$$

$$CM_{EE} = SC_{EE} / (n-2)$$
$$CM_{EE} = 1.803802977$$

$$t_c = (b_{\text{calculada}} - b_{\text{hipotética}}) / \text{Raiz}(CM_{EE}/SC_x)$$

$$CM_{EE}/SC_x = 0.7909$$

$$\text{Raiz}(CM_{EE}/SC_x) = 0.8432$$

$$b_{\text{calc}} = 1.8739$$

$$b_{\text{hip}} = 1$$

$$t_c = (b_{\text{calculada}} - b_{\text{hipotética}}) / \text{Raiz}(CM_{EE}/SC_x)$$

$$t_c = 1.0635$$

$$t_t = 2.5710$$

$$\alpha = 0.05$$

$$g/ = n-2$$

$$g/ = 5$$

Hipótesis:

$$H_0: b_{\text{cal}} = b_{\text{hip}}$$

$$H_1: b_{\text{cal}} \neq b_{\text{hip}}$$

Como t_c es $< t_t$ se acepta H_0
Lo que indica que b calculada es igual a 1