

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Tasa de depredación y oviposición *Neoseiulus cucumeris* Oudemans y
Amblyseius swirskii Athias-Henriot (Acarí: Phytoseiidae) sobre *Bemisia tabaci*
Gennadius**

Estudiante
David Alfredo Coto Carvajal

Asesores
Rogelio Trabanino M.Sc.
Miguel Cocom, Ing.

Honduras, junio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación	13
Montaje del Experimento	13
Diseño Experimental.....	14
Tratamientos	14
Descripción del Experimento	14
Variables Medidas	16
Tasa de Depredación de <i>N. cucumeris</i> y <i>A. swirskii</i>	16
Tasa de Oviposición de <i>N. cucumeris</i> y <i>A. swirskii</i>	16
Análisis Estadístico.....	17
Resultados y Discusión.....	18
Tasa de Depredación	18
Tasa de Depredación por Horas.....	18
Tasa de Depredación de las Dos Especies de Ácaros Depredadores a Distintas Horas	19
Tasa de Oviposición	21
Tasa de Oviposición por Horas.....	21
Tasa de Oviposición de las Dos Especies de Ácaros Depredadores a Distintas Horas	22
Conclusiones.....	24

Recomendaciones.....	25
Referencias	26

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos utilizados para la determinación de la tasa de depredación y oviposición de los acaros depredadores sobre los estadios de huevos y ninfas de <i>B. tabaci</i>	14
Cuadro 2 Promedio de huevos y ninfas de <i>Bemisia tabaci</i> consumidos por las hembras adultas de los ácaros <i>Neoseiulus cucumeris</i> y <i>Amblyseius swirskii</i>	18
Cuadro 3 Consumos promedios de los dos estadios de <i>Bemisia tabaci</i> a las 24, 48 y 72 horas por parte de ambas especies de los ácaros depredadores	19
Cuadro 4 Tasa de depredación de adultos <i>Neoseiulus cucumeris</i> y <i>Amblyseius swirskii</i> sobre los estadios de huevo y ninfas de <i>Bemisia tabaci</i> a las 24, 48 y 72 horas.....	20
Cuadro 5 Promedio de huevos ovipositados <i>Amblyseius swirskii</i> y <i>Neoseiulus cucumeris</i> alimentándose de los estados de huevo y ninfas de <i>Bemisia tabaci</i>	21
Cuadro 6 Promedios de huevos ovipositados por una hembra adulta de los ácaros depredadores a las 24, 48 y 72 horas.....	21
Cuadro 7 Promedio de huevos ovipositados por hembras adultas de <i>Amblyseius swirskii</i> y <i>Neoseiulus cucumeris</i> alimentándose de los estadios de huevo y ninfas de <i>Bemisia tabaci</i> a las 24, 48 y 72 horas.	23

Índice de Figuras

Figura 1 Arenas de evaluación	14
Figura 2 Estadios de mosca blanca (huevos(1) y ninfas(2)).....	15
Figura 3 Hembras adultas de <i>Neoseiulus cucumeris</i> (1) y <i>Amblyseius swirskii</i> (2).....	16

Índice de Anexos

Anexo A Fuentes del acaro depredador <i>N. cucumeris</i> brindado por el laboratorio de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.....	28
Anexo B Fuentes del acaro depredador <i>A. swirskii</i> brindado por el laboratorio de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.....	29
Anexo C Herramientas utilizadas para la captura de los adultos y huevos de mosca blanca	30

Resumen

La producción hortícola es amenazada por el fuerte problema de plagas presentes en cada año especialmente con el factor del cambio climático. La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una de las plagas más importantes por su capacidad de afectar una gran cantidad de cultivos. El optar por alternativas de control, ha llevado a la identificación de controladores biológicos de esta plaga. El objetivo de este estudio fue determinar la tasa de depredación y oviposición de los ácaros depredadores *Amblyseius swirskii* y *Neoseiulus cucumeris* sobre huevos y ninfas de *B. tabaci*. Se evaluaron hembras adultas de ambos ácaros, a las cuales se les ofrecieron 40 huevos y 40 ninfas de *B. tabaci* por separado. Los ácaros y presas fueron colocados sobre las arenas de evaluación, donde la tasa de depredación y oviposición fue determinada a las 24, 48 y 72 horas. Los resultados obtenidos indican que *A. swirskii* presentó a las 72 horas la mayor tasa de depredación sobre los huevos y ninfas de *B. tabaci* con 29.5 y 35.7 del total de presas ofrecidas en comparación a *N. cucumeris* el cual a las 72 horas presentó una menor tasa de depredación sobre huevos y ninfas de *B. tabaci* con 26.06 y 30.5 respectivamente. En cuanto a la tasa de oviposición se encontraron diferencias donde *A. swirskii* consumiendo huevos de *B. tabaci* a las 72 horas mostró tener la tasa de oviposición más alta (2.88 huevos/hembra/día) y *N. cucumeris* alimentándose de ninfas tuvo una tasa de oviposición de 2.38 huevos/hembra/día.

Palabras clave: Ácaros depredadores, control de plagas, mosca blanca, tasa de depredación, tasa de oviposición.

Abstract

Horticultural production is threatened by the strong pest problem present each year, especially with the climate change factor. The whitefly (*Bemisia tabaci*) is one of the most important pests due to its ability to affect many crops. Opting for control alternatives has led to the identification of biological controllers of this pest. The objective of this study was to determine the rate of predation and oviposition of the predatory mites *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* on eggs and nymphs of *B. tabaci*. Adult females of both mites were evaluated, which were offered 40 eggs and 40 nymphs of *B. tabaci* separately. Mites and prey were placed on the evaluation sands, where the rate of predation and oviposition was determined at 24, 48 and 72 hours. The results obtained indicate that *A. swirskii* presented at 72 hours the highest rate of predation on the eggs and nymphs of *B. tabaci* with 29.5 and 35.7 of the total prey offered compared to *N. cucumeris*, which at 72 hours presented a lower predation rate on eggs and nymphs of *B. tabaci* with 26.06 and 30.5 respectively. Regarding the oviposition rate, differences were found where *A. swirskii* consuming *B. tabaci* eggs at 72 hours showed the highest oviposition rate (2.88 eggs/female/day) and *N. cucumeris* feeding on nymphs had a higher oviposition rate. oviposition rate of 2.38 eggs/female/day.

Key words: Oviposition rate, pest control, predation rate, predatory mite's whitefly

Introducción

Las plagas son responsables de pérdidas de hasta el 40% de los cultivos alimentarios a nivel mundial, y pérdidas en el comercio de productos agrícolas, por un valor de más de 220 000 millones de USD cada año (FAO 2021). Las plagas y enfermedades, en hortalizas, por lo general son el mayor temor de los productores (Martinez 2016).

Entre las principales plagas que afectan a los cultivos hortícolas se encuentra la mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*) siendo estas las dos principales especies. Las moscas blancas pertenecen al Orden de Hemiptera, familia: Aleyrodidae. *B. tabaci* se caracteriza por tener las alas en forma de “techo” sobre el cuerpo cuando el insecto está en reposo, posee un desarrollado aparato bucal picador-chupador, presente además en otras familias del orden Hemiptera (Roman [updated 2016]).

B. tabaci es un insecto hemimetábolo, es decir, que presenta una metamorfosis incompleta, la cual tiene las siguientes etapas de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, cuatro estadios ninfales y adulto. La duración del ciclo total de huevo a emergencia de adultos es de 24 a 28 días (Pascal et al. 2017). Las larvas o ninfas jóvenes son el único estado inmaduro móvil y son activas durante varias horas, buscando un lugar para poder alimentarse. Cuando lo encuentran se instalan, permaneciendo inmóviles hasta que sale el adulto. Las larvas o ninfas necesitan una gran cantidad de aminoácidos para su desarrollo, absorben mucha savia de la planta (Roman [updated 2016]). En poblaciones muy elevadas de ninfas de mosca blanca, la succión de los jugos de la planta puede influir en los procesos fisiológicos de la planta, impedir el crecimiento normal, provocando marchitez y caída de las hojas, disminuyendo la cosecha.

Una hembra puede vivir 60 días en condiciones de invernadero, aunque la vida del macho es generalmente mucho más corta, entre 9 y 17 días (Cabi 2020). Las larvas y adultos de *Bemisia tabaci* pueden causar daños directos al succionar los tejidos de la hoja y por la secreción de melaza, pero también transmiten más de 25 virus y tiroides (Vasquez et al. [updated 2007]).

Los ácaros depredadores fitoseidos (Phytoseiidae) constituyen una familia realmente abundante, siendo considerados de gran importancia, por su capacidad para controlar las poblaciones de ácaros fitófagos y pequeños insectos plaga. En general, los fitoseidos son polívoros, pudiendo alimentarse de ácaros fitófagos, sapróvoros y micóvoros, así como de pequeños insectos, tales como hongos, melaza o polen de diferentes plantas, utilizando unas u otras fuentes alimenticias según su disponibilidad en cada momento (Perez y Macebon 2011).

Entre las principales especies de ácaros fitoseidos más utilizadas en los últimos años, se pueden mencionar *Amblyseius swirskii* y *Neoseiulus cucumeris*. Estos últimos están siendo muy utilizados en el control de estadios juveniles de distintas especies de plagas (Becerra 2012).

Existen cuatro tipos o estilos de vida de estos ácaros los que son de Tipo I, II, III Y IV, donde los ácaros *Neoseiulus cucumeris* y *Amblyseius swirskii*, ambos son considerados de tipo III. Esto se debe a que pueden alimentarse tanto de ácaros, insectos, nematodos, polen y exudados vegetales (Moreno y Macebon 2011).

El acaro depredador *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), es un depredador generalista conocido mundialmente por su potencial de control contra un espectro de plagas (mosca blanca, trips, ácaros, pulgones) de importancia hortícola. *N. cucumeris* se desarrolla a través de una etapa larvaria y dos etapas ninfales (protoninfa y deutoninfa) antes de convertirse en adulto. El ciclo de vida de puede completarse en nueve a 12 días y los adultos pueden vivir hasta 28 a 35 días. Una hembra adulta produce un promedio de 35 huevos durante su vida (Kakkar et al. 2017).

Las condiciones óptimas para el desarrollo de *N. cucumeris*, son temperaturas entorno a los 18-22°C y una humedad relativa arriba del 50%. Los adultos de *N. cucumeris* se alimenta principalmente de huevos eclosionados y de larvas de primer estadio de plagas (Rodríguez et al. 2002).

Tiene la capacidad de poder alimentarse del polen de diversos cultivos como ser crisantemo, pepino, pimiento, sandía, melón, en especial, cuando alguno de estos cultivos están establecidos en invernadero. Su capacidad a tolerar temperaturas frescas le lo que permite usar este acaro en zonas de mayor altura (Koppert 2021).

A. swirskii pertenece a la familia Phytoseiidae, tiene cinco etapas de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, las cuales puede completar entre siete a ocho días. La duración en días de una hembra adulta es de 22-25 días y los machos de 26 a 30 días (Bulnes 2020). El huevo de *A. swirskii* es ovalado y de color blanco lechoso. La protoninfa y la deutoninfa son muy similares, difiriendo básicamente en su tamaño (Calvo y Belda 2007).

El desarrollo de *Amblyseius swirskii* está influenciado por el tipo y la disponibilidad de alimento y las condiciones ambientales. Los ácaros se desarrollan entre 18 °C y 36 °C a una humedad relativa del 60 % (Mahmut Dođramaci et al. 2013).

Amblyseius swirskii en los últimos años se ha utilizado más para el control eficaz de estados inmaduros de *B. tabaci*, así como de *F. occidentalis*, *Tetranychus urticae*. Sin embargo, se han realizado estudios donde *A. swirskii* es capaz de alimentarse de varias especies de plagas como tetraníquidos, lepidópteros, diápsidos y coccidios. También posee la capacidad de alimentarse del polen de cultivos como chile, melón, pepino y habichuela (Calvo y Belda 2006).

La adecuada identificación de la especie de la plaga como del controlador. Es aquí donde es importante conocer la tasa de depredación y oviposición del depredador, ya que esta nos va permitir saber que tan efectivo es el controlador contra alguna plaga y cómo se comporta la reproducción en relación a la de la plaga que estemos deseando en disminuir su población (Salazar y Ariaza 2003) .

El objetivo de este estudio fue determinar la tasa de depredación de los ácaros *Neoseiulus cucumeris* y *Amblyseius swirskii* sobre los estadios de huevos y ninfas de mosca blanca, así como determinar la tasa de oviposición de cada acaro al alimentarse de huevo y ninfas de mosca blanca, para así conocer la capacidad de control de los ácaros sobre los dos estadios de *B. tabaci*.

Materiales y Métodos

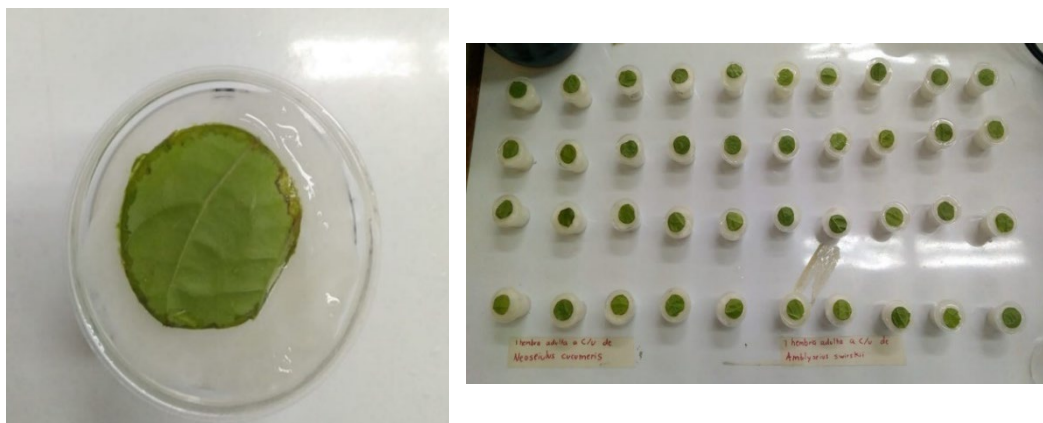
Ubicación

El estudio se realizó en la unidad de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. Asimismo, esta unidad se encuentra a 32 km al este de Tegucigalpa, Honduras ubicada a 14° latitud norte y 87° longitud oeste. El estudio fue desarrollado en condiciones de laboratorio con una temperatura promedio de 25.4 °C, un fotoperiodo en promedio de 5 horas de luz y una humedad relativa alrededor del 70%.

Montaje del Experimento

El experimento se realizó en condiciones de laboratorio por lo cual se usó copas plásticas de una onza fluida a las cuales se les colocó algodón impregnado con agua destilada hasta el borde de la copa, sobre el cual se colocó un disco de follaje de hojas de plantas de chile (*Capsicum annum*) de 24mm de diámetro, con el envés en la superficie, cada copa plástica fue considerada como una unidad experimental (Figura 1).

En cada disco de follaje se colocaron 40 huevos o ninfas de *B. tabaci*, para su obtención se recolectaron en campo abierto adultos con un aspirador entomológico (Anexo C), estos fueron llevados al laboratorio, para ser colocados en jaulas con pinza de oviposición se pusieron en un refrigerador por 45 segundos para poder ralentizar los adultos y así poder depositarlos en las jaulas de oviposición (Anexo C) en las cuales se colocaron en promedio 15 adultos de *B. tabaci*. Esas jaulas permanecieron en el follaje de las plantas aproximadamente 28 horas, antes de retirar las jaulas se verificó la oviposición por parte de los adultos de *B. tabaci*. Posteriormente las hojas que fueron ovipositadas fueron recolectadas y llevadas al laboratorio, para hacer el conteo de los huevos necesarios para cada disco de follaje, de las hojas que tenían los huevos suficientes se sacaron los discos de follaje y se depositaron sobre las copas con algodón y agua destilada (Figura 1).

Figura 1*Arenas de evaluación***Diseño Experimental****Tratamientos**

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con un arreglo factorial de 2x2, se evaluaron dos ácaros depredadores y dos estadios de *B. tabaci* (huevo y ninfa). Los tratamientos evaluados fueron *Neoseiulus cucumeris* y *Amblyseius swirskii*, sobre huevos y ninfas de *B. tabaci*, haciendo un total de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento constó de cuatro unidades experimentales para hacer un total de 80. Por otro lado, se incluyó un testigo, en el cual solo se colocaron las presas de *B. tabaci* (Cuadro1).

Cuadro 1

Descripción de los tratamientos utilizados para la determinación de la tasa de depredación y oviposición de los ácaros depredadores sobre los estadios de huevos y ninfas de B. tabaci.

Acaro depredador (tratamiento)	No. de presas de mosca blanca
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	40 huevos
<i>Amblyseius swirskii</i>	40 huevos
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	40 ninfas
<i>Amblyseius swirskii</i>	40 ninfas

Descripción del Experimento

Los ácaros depredadores se evaluaron individualmente sobre los dos estadios de *B. tabaci* y se usaron ácaros nuevos para la determinación de cada una de las variables estudiadas (Cuadro 1).

Para cada unidad experimental, se ofreció 40 huevos y 40 ninfas de *B. tabaci* (Figura 2), que sirvieron como fuente de alimento para las hembras adultas de *N. cucumeris* y *A. swirskii*, las cuales fueron seleccionadas e identificadas en el laboratorio con la ayuda de un estereoscopio. Se tuvo que ajustar el número de huevos y ninfas deseados por cada arena de evaluación, donde se contó individualmente en cada arena el número de presas deseadas. Con un pincel se contabilizaron por separado a cada disco de follaje 40 huevos y 40 ninfas de *B. tabaci*.

En los tratamientos con ninfas de *B. tabaci*, se esperó entre 4-5 días a que los huevos ovipositados por los adultos en el follaje de las plantas de chile eclosionaran a ninfas, para después ser trasladadas a las arenas de evaluación correspondientes. Una vez todas las copas estaban con la cantidad deseada de presas, se procedió a colocarles en cada copa una hembra adulta de los ácaros utilizados (Figura 3). Los ácaros fueron obtenidos en la unidad del módulo de control biológico de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (Anexo A y B).

Figura 2

Estadios de mosca blanca (huevos(1) y ninfas(2))

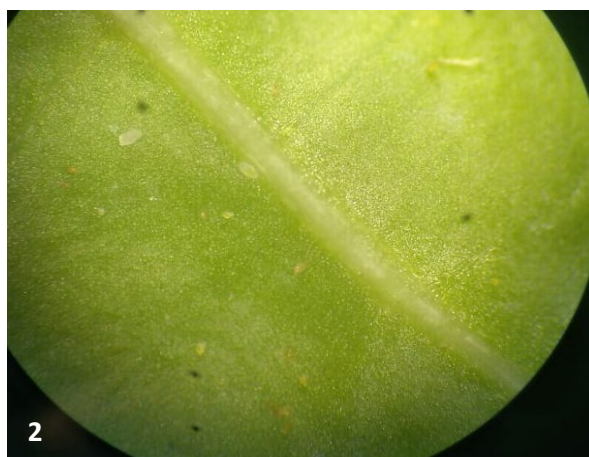
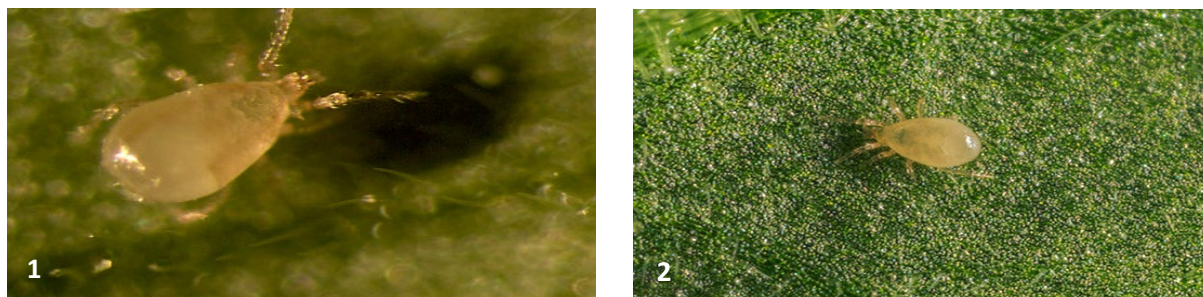


Figura 3

Hembras adultas de Neoseiulus cucumeris(1) y Amblyseius swirskii(2)



Variables Medidas

Tasa de Depredación de N. cucumeris y A. swirskii

Para la determinación de la tasa de depredación se usaron hembras adultas de *N. cucumeris* y *A. swirskii*, se evaluó el consumo promedio de las hembras adultas sobre los estadios de huevos y ninfas de *B. tabaci* ofrecidas en las arenas con follaje de chile. En cada arena se colocaron 40 huevos y/o 40 ninfas de *B. tabaci*, y se contabilizaron a las 24, 48 y 72 horas después de haber sido colocadas. Se contabilizó el número de huevos y/o ninfas que aún estaban vivas en las arenas de evaluación, después de haber colocado la hembra adulta en cada disco de follaje. Para la observación de las arenas se usó de un estereoscopio (Marca Leica® Modelo EZ4), con el cual se observaron y contabilizó la cantidad de presas que estaban presentes en cada una de las unidades experimentales.

Tasa de Oviposición de N. cucumeris y A. swirskii

Para la determinación de la tasa de oviposición por parte de las hembras adultas de *N. cucumeris* y *A. swirskii* se utilizaron ácaros aparte de los que fueron usado para la determinación de la tasa de depredación, las cuales fueron alimentadas ya sea con huevos y/o ninfas de *B. tabaci*, así mismo las hembras fueron seleccionadas y colocadas en las arenas con la ayuda de un estereoscopio y un pincel. Se contabilizaron los huevos ovipositados por cada hembra adulta en cada arena de manera individual y orden a las 24, 48 y 72 horas. Una vez se hizo el conteo de cuantos huevos habían ovipositados las hembras adultas a las 24 y 48 horas, estos se fueron eliminando de las arenas de

evaluación con la ayuda de un pincel, para saber el total de los huevos ovipositados diarios por parte de los ácaros.

Análisis Estadístico

Los datos que se obtuvieron para ambas variables fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias LS-Mean por sus siglas en inglés, todos los datos obtenidos fueron corridos y analizados en el programa Statistical Analysis System (SAS®).

Resultados y Discusión

Tasa de Depredación

Los resultados del andeva con relación a los tratamientos evaluados se observa diferencias en el promedio de depredación de huevos y ninfas independientemente de las horas de exposición. En el cuadro 2 se observa que, *Amblyseius swirskii* consumió un mayor número de huevos y ninfas de *B. tabaci* a comparación de *Neoseiulus cucumeris*. Por otro lado, se observó que *A. swirskii* tuvo una mayor depredación de ninfas que de huevos, así como *N.cucumeris* consumió un mayor número de ninfas que de huevos de *B. tabaci*. No se encontraron diferencias entre *A. swirskii* alimentándose con huevos y *N. cucumeris* alimentándose con ninfas de *B. tabaci* respectivamente.

Cuadro 2

Promedio de huevos y ninfas de Bemisia tabaci consumidos por las hembras adultas de los ácaros

Neoseiulus cucumeris y Amblyseius swirskii

Acaro depredador	Estadio de <i>B. tabaci</i>	Promedios
<i>Amblyseius swirskii</i>	Huevo	20.23 ^{B*}
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Huevo	17.50 ^C
<i>Amblyseius swirskii</i>	Ninfa	24.3 ^A
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Ninfa	19.9 ^B
Probabilidad		<0.0001
C.V		3.08
R ²		0.99

Nota.*. ^{A,B,C,D} Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa entre tratamiento; CV=coeficiente de variación (%).

Tasa de Depredación por Horas

Se observó que independientemente del tipo de alimento que fue ofrecido y de la especie de acaro depredador que fue utilizado, la tasa de depredación por parte de los ácaros fue acumulativa a medida que el tiempo fue transcurriendo. y se observa que a las 72 horas se obtuvieron los mayores promedios de consumo significativos si los comparamos con el consumo a las 24 y 48 horas. La tasa de depredación diaria fue de aproximadamente 10.23 individuos y se aprecia una tasa de depredación constante. Cuadro 3.

Cuadro 3

Consumos promedios de los dos estadios de Bemisia tabaci a las 24, 48 y 72 horas por parte de ambas especies de los ácaros depredadores

Tiempo en depredación	Promedios
24 hora	10.23 ^{C*}
48 horas	20.8 ^B
72 horas	30.45 ^A
Probabilidad	<0.0001
C.V	3.08
R ²	0.99

Nota*. ^{A,B,C,D} Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa entre tratamiento.

Tasa de Depredación de las Dos Especies de Ácaros Depredadores a Distintas Horas

Se observó que, a las 24, 48 y 72 horas, *Amblyseius swirskii* mostró una mayor tasa de depredación sobre ninfas con relación a *Neoseiulus cucumeris* alimentándose con ninfas de *B. tabaci* (Cuadro 4). En el cuadro se observa que a las 24, 48 y 72 horas hay un incremento sobre la tasa de depredación de ambos ácaros depredadores hacia los dos estadios de *B. tabaci*.

A las 24 horas, , *A. swirskii* presentó la mayor tasa de depredación al alimentarse con ninfas con relación a los demás tratamientos evaluados así mismo presento un mayor consumo de ninfas a comparación de huevos de mosca blanca, mientras que *N. cucumeris* alimentándose con huevos presento la menor tasa de depredación del resto de tratamientos, así mismo *N.cucumeris* presento una mayor depredación sobre las ninfas a comparación de los huevos. Por otro lado, *A. swirskii* tuvo una mayor tasa de depredación sobre los huevos de mosca blanca a comparación de *N. cucumeris* cuando se alimentó con huevos de mosca blanca.

A las 48 horas igual *A. swirskii* tuvo la mayor tasa de depredación cuando se alimentó de ninfas y fue significativamente mayor que cuando se alimentó de huevos y cuando se comparó con *N. cucumeris* alimentándose de huevos y ninfas. Pero se observó que se tuvo la misma tasa de depredación cuando comparamos el promedio de depredación de *A. swirskii* cuando se alimentó de huevos con *N. cucumeris* alimentándose de ninfas. Sin embargo *N. cucumeris* alimentándose de huevos de *B. tabaci* presento la menor tasa de depredación significativamente.

Y a las 72 horas, *A. swirskii* alimentándose con ninfas mantuvo la tasa de depredación más elevada y fue significativamente mayor cuando se alimentó de huevos y cuando fue comparada con *N. cucumeris* alimentándose con huevos y ninfas de *B. tabaci*. Se llegó a observar que la tasa de depredación de *A. swirskii* alimentándose con huevos y *N. cucumeris* alimentándose con ninfas ni fueron estadísticamente similares, aunque al final *N. cucumeris* alimentándose con huevos de *B. tabaci* tuvo la menor tasa de depredación. Por lo que la tasa de depredación de *A. swirskii* sobre los dos estadios de *B. tabaci* al final del estudio fue mayor, indicando que esta especie posee una gran capacidad de depredación sobre ambos estadios de *B. tabaci*.

Cuadro 4

Tasa de depredación de adultos Neoseiulus cucumeris y Amblyseius swirskii sobre los estadios de huevo y ninfas de Bemisia tabaci a las 24, 48 y 72 horas.

Acaro depredador	Estadio de <i>B. tabaci</i>	24 horas	48 horas	72 horas
<i>Amblyseius swirskii</i>	Huevo	10.7±0.47 ^{B*}	20.5±0.50 ^B	29.5±0.74 ^B
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Huevo	8.4±0.88 ^D	18.1±1.1 ^C	26.1±0.99 ^C
<i>Amblyseius swirskii</i>	Ninfa	12.4±0.52 ^A	24.6±0.32 ^A	35.8±0.46 ^A
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Ninfa	9.3±0.25 ^C	20.1±0.24 ^B	30.5±0.35 ^B
Probabilidad		<0.0001	<0.0001	<0.0001
C.V		5.61	3.07	2.23
R ²		0.90	0.95	0.97

Nota*. A,B,C,D Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa entre tratamiento.

Tellez 2018, señaló la baja incidencia de *B. tabaci* en los estadios de huevo y ninfas juveniles después de haber hecho liberaciones de *A. swirskii*, mostrando una mayor depredación por parte de *Amblyseius swirskii* sobre los estadios juveniles de *B. tabaci*. Por otro lado Al-Azzazy et al. 2018, concluyeron que *N. cucumeris* es un depredador muy eficaz para el control de estadios juveniles de *T. urticae*, esto explica porque tuvo una tasa de depredación más baja al estarse alimentando de los estadios juveniles de *B. tabaci*.

Li M et al. 2017, observaron una tasa de depredación diaria de ocho y nueve huevos y ninfas de primer estadio de *B. tabaci* consumido por una hembra adulta de *N. cucumeris*. Nomikou et al. 2002, observaron que dos semanas después de hacer liberaciones de *A. swirskii* notaron una

reducción en la población de los estadios juveniles de *B. tabaci*, lo que demuestra una mayor efectividad y capacidad por parte de *A. swirskii* para el control de huevos y ninfas de *B. tabaci*.

Tasa de Oviposición

En los resultados obtenidos de la tasa de oviposición se observan diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados. En el cuadro 5 se observó que *Amblyseius swirskii* alimentándose de huevos de *B. tabaci* presento la mayor tasa de oviposición, sin embargo, este no difirió del tratamiento *A. swirskii* alimentándose con ninfas y *Neoseiulus cucumeris* alimentándose con huevos de *B. tabaci*. Por otro lado, se observó que *N. cucumeris* alimentándose con ninfas tuvo la menor tasa de oviposición.

Cuadro 5

Promedio de huevos ovipositados Amblyseius swirskii y Neoseiulus cucumeris alimentándose de los estados de huevo y ninfas de Bemisia tabaci.

Acaro depredador	Estadio de <i>B. tabaci</i>	Promedios
<i>Amblyseius swirskii</i>	Huevo	2.50 ^{A*}
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Huevo	2.30 ^{AB}
<i>Amblyseius swirskii</i>	Ninfa	2.30 ^{AB}
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Ninfa	2.04 ^C
Probabilidad		0.0137
C.V		13.55
R ²		0.71

*Nota**. ^{A,B,C,D}Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa entre tratamiento.

Tasa de Oviposición por Horas

Se observo que sin importar que acaro depredador se usó o que fuente de alimento estuvo consumiendo, la tasa de oviposición por parte de las hembras adultas de los ácaros fue aumentando a medida que fue transcurriendo el tiempo. La tasa de oviposición a las 48 horas fue la que presento el mayor incremento con 0.65 huevos/hembra/día (Cuadro 6).

Cuadro 6

Promedios de huevos ovipositados por una hembra adulta de los ácaros depredadores a las 24, 48 y 72 horas.

Tiempo de oviposición	Promedios
24 hora	1.75 ^{C*}
48 horas	2.4 ^B
72 horas	2.65 ^A
Probabilidad	<0.0001
C.V	13.55
R ²	0.71

Nota*. ^{A,B,C,D}Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa entre tratamiento.

Tasa de Oviposición de las Dos Especies de Ácaros Depredadores a Distintas Horas

Se observó una interacción entre la tasa de oviposición y el tiempo transcurrido, siendo de 24 a 48 horas donde se encontró el mayor aumento en la oviposición diaria por parte de las hembras adultas. A las 24 horas no se encontraron diferencias entre todos los tratamientos evaluados, por lo tanto, la tasa de oviposición a las 24 horas fue igual para ambas especies de ácaros siendo alimentados con huevos y ninfas de *B. tabaci*.

A las 48 horas se observó que, *Amblyseius swirskii* alimentándose con huevos (2.69 huevos/hembra/día) presentó la mayor tasa de oviposición, al igual que los tratamientos *A. swirskii* alimentándose con ninfas y *N. cucumeris* alimentándose con huevos de *B. tabaci*, aunque este sí presentó un menor promedio de huevos ovipositados que el tratamiento *N. cucumeris* alimentándose de ninfas. Así mismo *N. cucumeris* alimentándose con ninfas fue igual que la tasa de oviposición de *A. swirskii* alimentándose con ninfas y *N.cucumeris* alimentándose con huevos de *B. tabaci*.

A las 72 horas *Amblyseius swirskii* alimentándose con huevos (2.88 huevos/hembra/día) mantuvo la mayor tasa de oviposición al igual que cuando *A. swirskii* se alimentó con ninfas y *N. cucumeris* alimentándose con huevos de *B. tabaci*. Y esta tasa de oviposición fue significativamente mayor únicamente de *N. cucumeris* cuando se alimentaron de ninfas. Se mantuvo la tendencia donde *N. cucumeris* alimentándose con ninfas presentó la menor tasa de oviposición (2.38 huevos/hembra/día), sin embargo, no se encontraron diferencias con *N. cucumeris* alimentándose con huevos y *A. swirskii* alimentándose con ninfas de *B. tabaci*, (Cuadro 7).

Cuadro 7

Promedio de huevos ovipositados por hembras adultas de Amblyseius swirskii y Neoseiulus cucumeris alimentándose de los estadios de huevo y ninfas de Bemisia tabaci a las 24, 48 y 72 horas.

Acaro depredador	Estadio de <i>B. tabaci</i>	24 horas	48 horas	72 horas
<i>Amblyseius swirskii</i>	Huevo	1.88±0.14	2.69±0.13 ^A	2.88±0.52 ^A
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Huevo	1.75±0.35	2.31±0.24 ^{AB}	2.75±0.20 ^{AB}
<i>Amblyseius swirskii</i>	Ninfa	1.81±0.38	2.44±0.13 ^{AB}	2.63±0.32 ^{AB}
<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Ninfa	1.56±0.24	2.19±0.52 ^{B*}	2.38±0.14 ^B
Probabilidad		0.4937	0.0274	0.0274
C.V		16.75	12.37	12.45
R ²		0.18	0.37	0.29

Nota*. ^{A,B}Letras distintas en una misma columna, indican diferencia significativa entre tratamientos.

Nguyen et al. 2014, observaron que *A.swirskii* al no tener fuentes de alimento provenientes de plagas su tasa de oviposición puede descender hasta 1.2 huevos/hembra/día. Por otro lado Yazdanpanah et al. 2022, reportaron que *N. cucumeris* tiene una mayor preferencias hacia los estadios juveniles de *T. urticae* presentando a una tasa de oviposición de 2.25 huevos/hembra/día..

Nomikou et al. 2003, menciona que el consumo de presas de estadios juveniles de plagas favorece en un aumento en la tasa de oviposición del acaro. Ranabhat et al. 2014, reportaron tasas de oviposición diarias por parte de *N. cucumeris* similares a las determinadas en este estudio, durante todo su ciclo de vida del acaro, consumiendo estadios juveniles de trips y otras fuentes de alimento.

Conclusiones

Se determinó que *A. swirskii* tiene una mayor depredación sobre ninfas a comparación de los huevos de *B. tabaci*, por otro lado, se estableció que *N. cucumeris* puede controlar los estadios juveniles de mosca blanca, aunque su depredación es menor a comparación de *A. swirskii*, sin embargo, *N. cucumeris* demostró una mayor depredación sobre las ninfas a comparación de los huevos de *B. tabaci*.

Se estableció que *A. swirskii* cuando se alimentó de huevos o ninfas de *B. tabaci* no tuvo un efecto negativo sobre la oviposición en la oviposición de las hembras adultas, de igual forma *N. cucumeris* cuando se alimentó de huevo y/o ninfas de *B. tabaci* no influyo en la oviposición de las hembras adultas.

Recomendaciones

Realizar más estudios a nivel de campo para poder observar el potencial de control de *A. swirskii* sobre los estadios juveniles de *B. tabaci*.

Realizar estudios, ya sea a nivel de campo o laboratorio, con *A. swirskii* y *N. cucumeris*, bajo distintas especies de plagas, con el fin de determinar sobre cuál de ellas se puede ejercer un mejor control y si se tiene una mayor preferencia por parte de los depredadores.

Realizar estudios usando distintos controladores en conjunto sobre los estadios de *B. tabaci* para así poder conocer cómo ejercer un mayor nivel de control sobre esta plaga.

Referencias

- Al-Azzazy MM, Al-Rehiayani SM, Abdel-Baky NF. 2018. Life tables of the predatory mite *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on two pest mites as prey, *Aculops lycopersici* and *Tetranychus urticae*. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 51(11-12):637–648. doi:10.1080/03235408.2018.1507013.
- Becerra P. 2012. Acaros depredadores. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://es.slideshare.net/paolitablece/acaros-depredadores>.
- Bulnes D. 2020. Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión de Literatura [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e6d16eb3-da7e-4815-8774-a3b9021a883a/content>.
- Cabi. 2020. Mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). [sin lugar]: [sin editorial]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_blanca.pdf.
- Calvo FJ, Belda J. 2006. Eficacia de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) en el control biológico de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) y *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en pimiento en condiciones de semicampo [Tesis]. Almería. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2128580>.
- Calvo J, Belda E. 2007. *Amblyseius swirskii*, un depredador para el control de mosca blanca y trips en cultivos hortícolas. Phytohemeroteca. <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/190-junio-julio-2007/amblyseius-swirskii-un-depredador-para-el-control-de-mosca-blanca-y-trips-en-cultivos-hortícolas>.
- [FAO] La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. Año Internacional de la Sanidad Vegetal - Informe final. [sin lugar].
- Kakkar G, Kumar V, Mckenzie C, Osborne LS. 2017. Cucumeris Mite (Suggested Common Name) *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae). EDIS. 2017(1):5. doi:10.32473/edis-in1158-2016.
- Koppert. 2021. La llegada del frío convierte a *Neoseiulus cucumeris* en el protagonista del control biológico de trips. revista agripecuaria. http://www.revistaagricultura.com/kopperts/sanidad-y-nutricion/la-llegada-del-frio-convierte-a-neoseiulus-cucumeris-en-el-protagonista-del-control-biologico-de-trips_13846_119_17244_0_1_in.html.
- Li M, Yang N, Wan F, Liu L, Chen Y, Li J, Fu J. 2017. Functional response of *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) to *Bemisia tabaci* (Gennadius) on tomato leaves. Biocontrol Science and Technology. 27(5):677–685. doi:10.1080/09583157.2017.1328484.
- Mahmut Dođramaci SA, Garima Kakkar, Vivek Kumar, Jianjun Chen, Steven Arthurs. 2013. Ácaro *Swirski Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae). [sin lugar]. https://www.researchgate.net/publication/261098179_Amblyseius_swirskii.
- Martinez J. 2016. Plagas que atacan a las hortalizas. [sin lugar]: Facultad de Agronomía, UANL.
- Moreno I, Macebon V. 2011. Importancia y uso de los ácaros fitoseidos (Acari, Phytoseiidae) en el manejo agroecológico de plagas. [sin lugar]: Universidad de La Rioja. <https://>

- www.researchgate.net/publication/299657957_Importancia_y_uso_de_los_acaros_fitoseidos_Acari_Phytoseiidae_en_el_Manejo_Agroecologico_de_Plagas.
- Nguyen DT, Vangansbeke D, Clercq P de. 2014. Solid artificial diets for the phytoseiid predator *Amblyseius swirskii*. *BioControl*. 59(6):719–727. doi:10.1007/s10526-014-9607-6.
- Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW. 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. [sin lugar]. eng.
- Nomikou M, Jassen A, SCHRAAG R, Sabelis M. 2002. Los depredadores fitoseidos suprimen las poblaciones de *Bemisia tabaci* en plantas de pepino con alimentos alternativos. [sin lugar]: Universidad de Amsterdam.
- Pascal E, Vasquez H, Chirinos A. 2017. La mosca blanca (*homoptera: aleyrodidae*) y su importancia en el ámbito agroproductivo. [sin lugar]. https://www.researchgate.net/publication/269768369_Amblyseius_swirskii_What_made_this_predatory_mite_such_a_successful_biocontrol_agent.
- Perez I, Macebon V. 2011. IMPORTANCIA Y USO DE LOS ÁCAROS FITOSEIDOS (*ACARI, PHYTOSEIIDAE*) EN EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS. [sin lugar]. https://www.researchgate.net/publication/299657957_Importancia_y_uso_de_los_acaros_fitoseidos_Acari_Phytoseiidae_en_el_Manejo_Agroecologico_de_Plagas.
- Ranabhat NB, Goleva I, Zebitz CPW. 2014. Life tables of *Neoseiulus cucumeris* exclusively fed with seven different pollens. *BioControl*. 59(2):195–203. doi:10.1007/s10526-013-9556-5.
- Rodriguez, Sanchez, Navarro, Aparicio. 2002. *Amblyseius* depredador autoctono de cultivos protegidos [Tesis]. Almeria: [sin editorial]; [actualizado 2002]. <http://www.controlbiologico.info/index.php/es/publicaciones/item/amblyseius-cucumeris-depredador-autoctono-en-cultivo-protgido>.
- Roman E. [actualizado 2016]. MOSCA BLANCA. [sin lugar]: [sin editorial]. <http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2016/08/Manejo-integrado-de-Mosca-Blanca.pdf>.
- Salazar E, Ariaza M. 2003. Importancia del uso Adecuado de Agentes de Control Biológico. [sin lugar]: [sin editorial]. 2003; [actualizado 2003]. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613104>.
- Tellez M. 2018. Estrategia de control biológico mediante la utilización de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot en cultivo de pepino [tesis]. Almeria: IFAPA. https://www.researchgate.net/publication/327593575_Estrategia_de_control_biologico_mediante_la_utilizacion_de_Amblyseius_swirskii_Athias-Henriot_en_cultivo_de_pepino.
- Vasquez L, Murguido C, Elizondo A, Elosegui O, Morales F. [actualizado 2007]. Control Biológico de la Mosca Blanca *Bemisia Tabaci*. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REH10C397c.pdf>.
- Yazdanpanah S, Fathipour Y, Riahi E, Zalucki MP. 2022. Cost-effective and efficient factitious prey for mass production of *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): assessing its quality compared with natural prey. *Egypt J Biol Pest Control*. 32(1):304. doi:10.1186/s41938-022-00518-6.

Anexos
Anexo A

*Fuentes del acaro depredador N. cucumeris brindado por el laboratorio de control biológico de la
Escuela Agrícola Panamericana Zamorano*



Anexo B

Fuentes del acaro depredador *A. swirskii* brindado por el laboratorio de control biológico de la
Escuela Agrícola Panamericana Zamorano



Anexo C

Herramientas utilizadas para la captura de los adultos y huevos de mosca blanca

