

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE AGRONOMIA**

**TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE UNA ESPECIE DE FITOSEIDO (ACARI:  
PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* (ACARI:  
TETRANYCHIDAE) EN *Rosa* spp.**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTORA:**

Christian Alexander Pico Martínez

**TUTORA:**

Ing. Rita Cumandá Santana Mayorga Mg.

**CEVALLOS, 2022**

**EVALUACIÓN DE UNA ESPECIE DE FITOSEIDO (ACARI:  
PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* (ACARI:  
TETRANYCHIDAE) EN *Rosa* spp.**

REVISADO POR:

.....

Ing. Rita Cumandá Santana Mayorga. Mg.

TUTOR

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

**Fecha**

.....

19/09/2022

Dr. Marco Oswaldo Pérez Salinas  
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

19/09/2022

Dr. Carlos Luis Vásquez Freytez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN

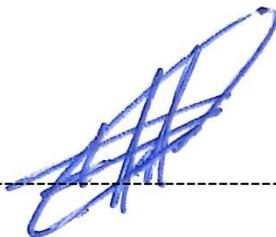
.....

19/09/2022

Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui. Mg  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN

## AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **CHRISTIAN ALEXANDER PICO MARTÍNEZ**, portador de cédula de ciudadanía número: 180488459-9, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DE UNA ESPECIE DE FITOSEIDO (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN *Rosa* spp.**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



---

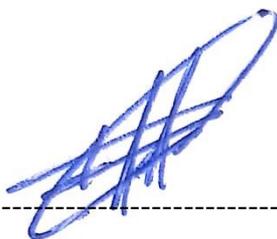
**CHRISTIAN ALEXANDER PICO MARTÍNEZ**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE UNA ESPECIE DE FITOSEIDO (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA EL CONTROL DE *Tetranychus urticae* (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN *Rosa* spp.**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



---

**CHRISTIAN ALEXANDER PICO MARTÍNEZ**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a Dios, el mismo que con sus bendiciones me ha permitido culminar mi carrera universitaria y ser mi apoyo y fortaleza en momentos de dificultad y de debilidad. Demostrándome lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser.

A mis padres, Isabel Martínez y Orlando Pico, que son mi motor de vida, quienes con su cariño, apoyo y comprensión supieron guiarme por el camino de la perseverancia y educarme con valores de humildad, responsabilidad, respeto, sencillez y, sobre todo, comprender que cada día que pasa es una lección de vida.

A mis hermanos, Santiago Daniel y John David, quienes están a mi lado en los buenos y malos momentos brindándome su cariño, su fortaleza para continuar y ser su ejemplo a seguir.

A mi novia, Johanna Córdova quien, con su amor, dedicación y apoyo, me enseñó que la vida está llena de retos y momentos difíciles, pero nada es imposible a medida de lo que uno se lo propone.

A mi Tía María Martínez, quien con sus palabras de aliento y consejos no me dejaba decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante pues solo así lograré cumplir todos mis ideales.

Estas personas son como las luces de un paisaje. “Siempre están en el lugar correcto, en el momento justo, listos para ayudarnos cuando los necesitamos”.

Con mucho cariño...

## **AGRADECIMIENTO**

Debo expresar mi más sincero agradecimiento, primero a Dios por darme la bendición, la sabiduría y la fortaleza de culminar una etapa más de mi vida.

A mis padres, Isabel Martínez y Orlando Pico, por ser mi pilar fundamental que gracias a su amor, apoyo y empuje han sabido alentarme para cumplir con éxito esta etapa. El mejor legado que ellos pueden dejarme como herencia es el estudio y trazar mi propio camino y recorrerlo con mis propios pies sin dudar de mi capacidad.

Mi profundo agradecimiento a los Ingenieros Carlos Vásquez, Rita Santana, Alberto Gutiérrez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su amistad, apoyo, capacidad y conocimiento, así como han tenido la paciencia del mundo para guiarme durante el desarrollo de este proyecto, docentes con excelente calidad humana, profesional y ética

A mis amistades, Álvaro Tiana, Daniel Pallo, Belén Machado, Madeleine Carrillo quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías, tristezas y su apoyo moral durante este camino lleno de obstáculos y retos. Gracias por apoyarme cuando más los necesité, por extenderme su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, siempre los llevo en mi corazón.

A mi novia Johanna Córdova quien con sus consejos, compañía y apoyo incondicional supo guiarme en toda la etapa universitaria. Mil gracias amor por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

Siempre recordaré con estimación y respeto aquellos docentes brillantes, que con gratitud tocaron mis sentimientos, infundiendo valor y confianza para afrontar mi gran sueño. Sin dejar de lado a Don “Chelo”, a las Srtas. secretarias y a todos quienes conforman la FACULTAD DE CIENCIA AGROPECUARIAS, personas tan increíbles que jamás olvidaré sus consejos y palabras de ánimos siempre enfocados en Dios.

En general quiero agradecer a todos que de una u otra manera supieron guiarme y enseñarme que las lágrimas derramadas, las noches sin dormir, entre otras, hay que afrontarlos con valor; haciendo de mí una persona perseverante y optimista, siendo de mi etapa universitaria un camino lleno de sorpresas, vivencias, experiencias que nunca olvidaré y prevalecerán en mi corazón.

## ÍNDICE GENERAL

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPÍTULO I.....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Antecedentes Investigativos .....	14
1.2. Objetivos.....	17
Objetivo general:.....	17
Objetivos específicos: .....	17
1.3. Categorías fundamentales.....	18
1.3.1. Generalidades del cultivo de rosa ( <i>Rosa</i> spp.).....	18
1.3.2. Aspectos generales del ácaro de dos manchas, <i>Tetranychus</i> <i>urticae</i> .....	19
1.3.2. La familia Phytoseiidae como agentes de control biológico.....	21
CAPÍTULO II .....	27
METODOLOGÍA .....	27
2.1. Ubicación del estudio .....	27
2.2. Modalidad y tipo de investigación .....	27
2.3. Población y muestra .....	27
2.4. Recolección de la información .....	27
2.4.1. Identificación de los ácaros depredadores .....	27
2.4.2. Estimación del consumo de la especie de Phytoseiidae sobre huevos y fases móviles de <i>T. urticae</i> .....	28

2.5. Análisis de la información.....	29
CAPÍTULO III.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
3.1. Especies de ácaros depredadores asociados con <i>Tetranychus urticae</i> en cultivos de rosa bajo condiciones de invernadero .....	30
3.2. Capacidad de consumo de la principal especie depredadora alimentándose de la presa, <i>T. urticae</i> bajo condiciones de laboratorio .....	32
3.3. Efecto de la presa sobre la tasa reproductiva del ácaro depredador bajo condiciones de laboratorio.....	34
CAPÍTULO IV.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
4.1. Conclusiones.....	37
4.2. Recomendaciones .....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de especies válidas de Phytoseiidae reportadas en Brasil, según (Demite et al., 2014).....	23
<b>Tabla 2.</b> Especies de <i>Typhlodromalus</i> descritas a nivel mundial .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista general del idiosoma (A) y gnatosoma (B) de una hembra de *Typhlodromalus* sp. (Phytoseiidae). Aumento 400X ..... 31
- Figura 2.** Tasa de consumo de las hembras de *Typhlodromalus* sp. cuando fue alimentada de huevos (A) o las fases móviles de *T. urticae* en rosa..... 33
- Figura 3. Oviposición media de las hembras de *Typhlodromalus* sp. alimentadas con densidades crecientes de huevos (A) y fases móviles (B) de *T. urticae* ..... 35

## RESUMEN

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch, es uno de los ácaros fitófagos de mayor importancia en la agricultura debido al amplio número de especies de plantas de las cuales puede alimentarse, a su amplia distribución geográfica y al número de casos de resistencia a diferentes productos acaricidas. En vista de su importancia, se han realizado numerosos estudios para evaluar métodos alternativos de control, tal como el control biológico. En la presente investigación se estudió el efecto de la densidad de la presa (*Tetranychus urticae*) sobre la tasa de consumo y de reproducción de *Typhlodromalus* sp. mediante bioensayos de laboratorio. En cuanto a la tasa de depredación, se observó un incremento en el consumo a medida que aumentó la densidad de la presa, alcanzando un máximo de 11,2 huevos y 5,2 individuos/depredador. Así mismo, se observó un efecto positivo del incremento de la densidad de la presa sobre la tasa reproductiva de las hembras de *Typhlodromus* sp., medida como el número de huevos puestos por hembra por día. De acuerdo con los resultados, es posible concluir que el *Typhlodromus* sp. muestra atributos biológicos que le permitirían incrementar sus niveles poblacionales frente a aumentos de la población de la plaga, lo cual es una característica deseable de los enemigos naturales para ser incluidos en programas de manejo integrado de plagas.

**Palabras clave:** ácaro de dos manchas, ácaro depredador, Phytoseiidae, *Typhlodromalus*, control biológico

## ABSTRACT

The two-spotted mite, *Tetranychus urticae* Koch, is one of the most important phytophagous mites in agriculture due it is able to feed on a large number of plant species, its wide geographical distribution and the number of cases of resistance to different acaricidal products. In view of its importance, numerous studies have been carried out to evaluate alternative methods of control, such as biological control. In this research, the effect of the prey density (*Tetranychus urticae*) on the consumption and reproduction rates of *Typhlodromalus* sp. was evaluated in laboratory conditions. Regarding the predation rate, an increase in consumption was observed as the prey density increased, reaching a maximum of 11.2 eggs and 5.2 individuals/predator, respectively. Similarly, a positive effect of increasing prey density on the reproductive rate *Typhlodromus* sp. female, measured as the number of eggs laid per female per day, was observed. According to the results, it is possible to conclude that *Typhlodromus* sp. shows biological attributes that would allow it to increase its population levels accordingly increases in the pest population, which is a desirable characteristic of natural enemies to be included in integrated pest management programs.

**Keywords:** two-spotted mite, predator, Phytoseiidae, *Typhlodromalus*, biological control

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### INTRODUCCIÓN

Dentro de la familia Rosaceae se incluyen varias especies de importancia económica que van desde frutas comestibles de zonas templadas, cultivos madereros y medicinales o nutracéuticos hasta especies ornamentales, entre las que se incluyen las rosas de corte y plantas de rosa, las cuales aportan unos 60 mil millones de dólares anuales en puerta de la granja y de hasta 180 mil millones dólares a lo largo de su cadena de comercialización (Hummer y Janick, 2009).

De acuerdo con Yanchapaxi et al. (2010), la producción de rosas en el Ecuador comenzó a partir de los años 80 y desde entonces ha ganado prestigio y reconocimiento en el mercado internacional por su calidad, siendo Estados Unidos su principal mercado pues compra cerca del 60% de la producción, mientras que el 40% restante es exportado a Rusia, Europa y Sudamérica

Sin embargo, el mercado de las flores de corte se caracteriza por ser bastante perecedero, no permite el almacenamiento por periodos largos y con una demanda muy variable por el precio, además, presenta una alta estacionalidad en su consumo y su producción es poco programable, todo lo cual conlleva a una alta variabilidad en el precio, lo cual impone la necesidad de producir con alta eficiencia (Questa y Zuliani, 2018).

Aparte de las consideraciones de mercado, la producción de rosa también es afectada por varias plagas que incluyen insectos como trips, pulgones, escamas, moscas blancas, cicadélidos; y también por ácaros, los cuales pueden atacar el cultivo durante todo el año afectando el rendimiento de las flores, lo que puede representar pérdidas entre 28 y 95% tanto en campo como en sistemas de producción bajo invernadero, por lo que deben ser aplicadas métodos de control tanto químicos como biológicos (Hedge et al., 2020). En tal sentido, Vázquez-González et al. (2016) demostraron tolerancia diferencial de los cultivares de rosa al ataque de *Tetranychus urticae* Koch, siendo la variedad Catalina la menos tolerante y mostró 3 veces más ácaros que la variedad más resistente, además observaron una correlación entre el nivel de infestación del ácaro con número de

pétalos, número de tallos productivos y diámetro de tallo, mientras que el área foliar y contenido de clorofila no fueron afectados por preferencia de los ácaros.

Aparte del uso de productos químicos como estrategia de manejo de las poblaciones de ácaros, el control biológico mediante el uso de ácaros depredadores ha resultado ser una alternativa que, además de sustentable, ha mostrado resultados promisorios. En Colombia, se evaluó el potencial de *Amblyseius* sp. (Phytoseiidae) en el manejo de *T. urticae* en cultivos comerciales de rosa y se observó que el porcentaje de daño en la hoja fue menor (índice de daño 1 y 3, 8% y 13% menos, respectivamente) con las liberaciones de *Amblyseius* sp., lo cual se evidenció por la capacidad de consumo del depredador que alcanzó a alimentarse de 6,66 huevos, 18,06 larvas y 19,15 ninfas bajo condiciones controladas, y de 4,56 huevos, 12,65 larvas y 15,71 ninfas bajo invernadero (Forero et al., 2008). Adicionalmente, Martínez-Jaime et al. (2015) concluyeron que la combinación de control químico más liberación de ácaros depredadores fue más eficaz puesto que logró reducir la densidad del ácaro plaga y consecuentemente se alcanzó mayor longitud del tallo y diámetro del botón en las tres variedades, por lo que esta estrategia podría contribuir a incrementar los ingresos en productores de rosa.

### **1.1. Antecedentes Investigativos**

En las comunidades de ácaros, el comportamiento y alimentación dependen de los semioquímicos que perciben del ambiente y que contiene olores emitidos por las plantas, los herbívoros y los depredadores. De acuerdo con (Cruz-Miralles et al., 2022), los ácaros herbívoros coexisten con varias especies de ácaros depredadores fitoseídos, los cuales participan en la depredación intragremial (IGP), por lo tanto, la alimentación de los depredadores se basa en su capacidad para reconocer los olores que indican la presencia del herbívoro, pero también de los depredadores como competidores potenciales. Aquí las decisiones de alimentación relacionadas con el olor de tres ácaros depredadores, *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot), *Neoseiulus californicus* (McGregor) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) que coexisten y compiten por *Tetranychus urticae* Koch en plantas de cítricos están mediadas por la composición de las mezclas volátiles asociadas a los tres depredadores. Los resultados revelaron que la composición de los volátiles de los tres ácaros depredadores es específica, el comportamiento de búsqueda de alimento de los depredadores se ve afectado por los olores heteroespecíficos de los depredadores y

las respuestas de los depredadores dependen en gran medida de la planta hospedante. Las mezclas de olores hacen que los depredadores que comparten sus presas podrían usarse para mejorar el control de plagas al minimizar las interacciones negativas no deseadas entre las especies de depredadores y al aumentar localmente el riesgo de depredación en las especies de plagas herbívoras.

De la misma forma, los ácaros depredadores, *N. californicus*, *Neoseiulus barkeri* (Hughes) y *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, son depredadores importantes que atacan muchas plagas de insectos y ácaros y que pueden coexistir y participar en la depredación intragremio (IGP). Por ello, Momen y Abdel-Khalek (2021) evaluaron la depredación intergremio entre la exótica *N. californicus* y las especies nativas *N. barkeri* y *A. swirskii* en ausencia o presencia de *T. urticae*. En el laboratorio se evaluaron los parámetros fisiológicos, longevidad, fecundidad y tasa de depredación de las hembras de estos ácaros depredadores, alimentadas con la presa. Todas las especies depredadoras consumieron las larvas de sus competidores, pero en el caso de las hembras de *N. californicus* no lograron inducir su oviposición cuando se alimentaron de las larvas de *N. barkeri*, aunque lograron matar 3 veces más larvas de *A. swirskii* que de *N. barkeri*, mientras que *A. swirskii* consumió más larvas de *N. californicus* que de *N. barkeri*, respectivamente. Finalmente, los autores señalaron que *N. californicus* vivió más tiempo sobre las larvas de *T. urticae* y *A. swirskii* que sobre *N. barkeri*, *Amblyseius swirskii* vivió menos cuando se alimentó exclusivamente con *T. urticae*.

Rocha et al. (2022) investigaron las respuestas olfativas del ácaro depredador *Neoseiulus californicus* (McGregor) a los volátiles de las plantas de maíz (*Zea mays*) transgénico infestadas por la araña roja *T. urticae* en infestaciones tempranas y avanzadas. Después de las infestaciones iniciales y avanzadas, las arañas rojas fueron eliminadas y las plantas se probaron con un olfatómetro "Y" con los siguientes tratamientos: aire vs aire, plantas no infestadas vs aire, plantas no infestadas vs plantas infestadas con 10 hembras de *T. urticae*, plantas no infestadas vs plantas infestadas con 100 hembras de *T. urticae*, plantas no infestadas vs plantas infestadas con 200 hembras de *T. urticae* y plantas infestadas con 10 vs. plantas infestadas con 200 hembras de *T. urticae*. Como resultado se encontró que *N. californicus* no mostró preferencia por los tratamientos probados, lo que sugiere que las plantas de maíz infestadas por *T. urticae* no inducen volátiles capaces de atraer al ácaro depredador *N. californicus*.

El ácaro depredador generalista *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) es conocido como uno de los enemigos naturales más efectivos de muchas plagas. En tal sentido, Yazdanpanah et al. (2022) criaron este agente de biocontrol con polen de palmera datilera y ricino, así como con una mezcla de tipos de polen, que incluyen palmera datilera, ricino y almendra y se compararon sus parámetros biológicos después de 20 generaciones. El tiempo de desarrollo del depredador no mostró diferencias significativas a lo largo de las 20 generaciones en las diferentes dietas, mientras que la tasa intrínseca de aumento ( $r$ ) al alimentarse del polen mixto ( $0,197 \text{ día}^{-1}$ ) fue significativamente más alta que cuando se ofreció los diferentes tipos de polen de manera individual y mostraron mayor calidad que los criados con su presa natural, *T. urticae*.

De manera similar, Kadkhodazadeh et al. (2021) evaluaron el efecto de ocho dietas de polen (almendro silvestre, palmera datilera, roble, granada, pistacho, melocotón, rosa damascena y nuez) y *T. urticae* sobre la tabla de vida de *A. swirskii*. Los resultados mostraron que el polen de rosa damascena fue aceptado como alimento por lo que, *A. swirskii* no logró alcanzar el estado más allá de protoninfa y deutoninfa. Los valores más altos y más bajos de la tasa intrínseca de aumento ( $r$ ) y la tasa finita de aumento ( $\lambda$ ) pertenecieron al polen de pistacho ( $0,192$  y  $1,212 \text{ día}^{-1}$ ) y melocotón ( $0,022$  y  $1,023 \text{ día}^{-1}$ ), respectivamente. Los valores de la tasa reproductiva neta ( $R_0$ ) variaron de 1,4 descendientes con el polen de durazno a 29,54 descendientes con polen de pistacho. Además, la tasa de fecundidad más alta y más baja se registró en el polen de pistacho (36,65 huevos/hembra) y durazno (3,23 huevos/hembra), respectivamente.

Como una forma de manejo de plagas alternativas y sostenibles (Abou-Haidar et al. (2021) evaluaron la liberación de los agentes de control biológico, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot y *P. persimilis* para el control de mosca blanca, trips y el ácaro de dos manchas en plantas de pepino en invernadero. Estos autores demostraron que el control biológico pudo mantener las poblaciones de plagas de pepino por debajo del umbral económico cuando se combina con medidas adicionales de manejo integrado de plagas y, además, estos agentes de biocontrol fueron tan o más efectivos en la supresión de la población de plagas en comparación con ocho y 12 aspersiones de plaguicidas, lo que probó la eficacia de la adopción del manejo integrado de plagas y el control biológico para la supresión de la población de plagas.

Con relación a los estudios hechos en el cultivo de rosa, Ahmadi et al. (2020) evaluaron el control de *T. urticae* mediante el uso de los ácaros depredadores: *P. persimilis*, *A. swirskii* y *N. californicus* en cuatro variedades de rosas (Avalanche, Dolcevitá, Samurai y Sorbet) bajo condiciones de invernadero. Semanalmente se contó el número total de estados móviles y huevos de cada especie mediante un muestreo aleatorio en hojas de la base, del medio y de la parte apical y se encontró el mayor y menor número de *T. urticae* en Samurai (17,96) y Dolcevitá (5,32), observándose que los ácaros depredadores *P. persimilis* y *N. californicus* lograron reducir las altas poblaciones de *T. urticae*, mientras que *A. swirskii* no tuvo un impacto claro.

Por su parte, Chacón-Hernández et al. (2019) estudiaron la susceptibilidad o resistencia de las variedades de rosal al ataque de *T. urticae*, a la vez que determinaron la relación entre la condición de la planta y la densidad de población de *T. urticae* y el efecto de depredación de *P. persimilis* en el control de *T. urticae* y su eficacia en dos cultivares de rosa (Virginia y Ojo de Toro). Antes de la liberación de *P. persimilis* se observaron diferencias significativas en la abundancia de *T. urticae* entre las variedades de rosa, pero no en el contenido de clorofila y porcentaje de daño. Luego de la liberación del depredador, la abundancia de la plaga mostró diferencias en los estratos de la planta en ambas variedades, sin embargo, *P. persimilis* fue más eficiente en la variedad Ojo de Toro que en la variedad Virginia donde también se observó menor porcentaje de daño por *T. urticae*, aunque no se relacionó con la reducción del contenido de clorofila por parte de los fitófagos.

## **1.2. Objetivos**

### *Objetivo general:*

Evaluar la eficiencia de una especie de fitoseido (Acari: Phytoseiidae) para el control de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de *Rosa* spp.

### *Objetivos específicos:*

- Identificar las especies de ácaros depredadores asociados con *Tetranychus urticae* en cultivos de rosa bajo condiciones de invernadero.

- Evaluar la capacidad de consumo de la principal especie depredadora alimentándose de la presa, *T. urticae* bajo condiciones de laboratorio.
- Determinar el efecto de la presa sobre la tasa reproductiva del ácaro depredador bajo condiciones de laboratorio.

### 1.3. Categorías fundamentales

#### 1.3.1. Generalidades del cultivo de rosa (*Rosa* spp.)

La clasificación del género *Rosa* es complicada debido a la gran cantidad de nombres publicados, en su mayoría mal definidos e inconsistentes y también debido al desarrollo de híbridos que dificulta la distinción de especies e híbridos, sin embargo, de acuerdo con la taxonomía aceptada existen 120 especies que se encuentran en las zonas de clima templado del norte y en las partes subtropicales del mundo (Schouten y van Lent, 2001).

El género *Rosa*, que incluye a la mayoría de los tipos del género, conforman subgénero *Eurosa* dentro de la familia Rosaceae y cuyas especies florecen en primavera y verano, aunque *Rosa moschata autumnalis* (*R. x noisettiana*) florece en otoño y puede ser una planta de día corto. *R. damascena semperflorens* (rosa de damasco) con floración recurrente es quizás un híbrido entre *R. gallica* y *R. moschata autumnalis* que tiene floración otoñal (Schouten y van Lent, 2001).

La rosa es una de las especies de flores más importantes usadas por su aceite para preparaciones de perfumes y cosméticos y como flores de corte son cosechadas en estado de yema y mantenidas en refrigeración hasta su venta y que representan un ingreso neto por ventas de 24,7 mil millones de dólares (Bhagat et al., 2019).

De acuerdo con Leghari et al. (2016), la industria florícola tiene un alto valor en el mundo, principalmente en lo relacionado con el cultivo de rosas, sin embargo, la falta de conciencia, de recursos y la mano de obra no calificada pueden llegar a convertirse en factores limitantes de esta pujante industria. Para fomentar el sector de la floricultura, se debe prestar atención a los factores de producción/productividad, la calidad de los productos y la disponibilidad de material de plantación de calidad, además de contar con mano de obra altamente calificada en los niveles medio e inferior que requieren

capacitación y desarrollo, junto con el desarrollo de infraestructura y sistemas de gestión poscosecha (Bhagat et al., 2019).

### 1.3.2. Aspectos generales del ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae*

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) es una especie fitófago altamente polífago, ampliamente distribuida a nivel mundial por lo que representa una de las principales plagas agrícolas a nivel mundial que causa graves daños a la economía puesto que es capaz de causar daños en cultivos a campo abierto, ornamentales y plantas anuales y perennes. Ha sido reportado en un amplio número de especies frutales, incluidos cítricos, manzanos, pera y frambuesas, hortalizas, incluidas berenjena, pepino, frijol, okra y tomate, plantas ornamentales, especialmente dalia, rosa, gerbera y plantas medicinales (Assouguem et al., 2022).

El daño por alimentación de los ácaros tetraníquidos inicia con la formación de colonias, generalmente en el envés de las hojas, donde pueden atravesar la epidermis y extraer el contenido celular, lo que se evidencia en forma de pequeñas punteaduras blanquecinas a amarillentas que coalescen y se tornan manchas necróticas en casos de ataques severos de la plaga, pudiendo provocar secado y caída de la hoja, lo que conduce luego a la muerte de la planta (Muimba-Kankolongo, 2018a).

El control de *T. urticae* se basa principalmente en el uso de acaricidas sintéticos, el cual con frecuencia puede no ser efectivo, ya que esta especie tiene una gran capacidad para desarrollar poblaciones resistentes, principalmente por el mal uso de productos químicos, lo que además puede provocar la contaminación del ambiente y de los alimentos (Jakubowska et al., 2022). Por otra parte, muchos acaricidas tienen un efecto no selectivo sobre los ácaros depredadores (Bergeron y Schmidt-Jeffris, 2020).

Los principales productos acaricidas pertenecen a varios grupos químicos, entre los cuales se incluyen organofosforados, piretroides, quinolinas, carbamatos, tetrazinas, difenil oxazolinas, quinazolininas, fenoxipirazoles, tiazolidinas, lactonas macrocíclicas, piridazonas y derivados de pirazol sin embargo, recientemente, se han llevado a cabo numerosos estudios para reemplazar los acaricidas sintéticos con agentes nuevos y más seguros, debido al riesgo de desarrollar tolerancia, toxicidad y nocividad para el medio ambiente natural asociado con su uso excesivo (Van Leeuwen et al., 2015).

Entre los métodos alternativos de control de ácaros tetraníquidos se incluye el control biológico, sea con entomopatógenos y mediante el uso y liberación de ácaros depredadores. Con relación al uso de hongos acaropatógenos, se han observado niveles satisfactorios de control con la aplicación de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium brunneum*, *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff), *Hirsutella* spp., y *Verticillium lecanii* (Zimm.), que en los mejores casos pueden provocar hasta un 98% de reducción de las poblaciones de la plaga, incluyendo huevos, formas juveniles y adultas de *T. urticae* en las plantas de tomate (Zélé et al., 2020).

Adicionalmente, el uso de milabamectina y abamectina, que son producto obtenidos de la fermentación de hongos del grupo de los actinomicetos: *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *Aureolacrimosus* y *Streptomyces avermitilis*, respectivamente han adquirido mayor popularidad para el control de *T. urticae* en una amplia gama de hortalizas, frutales y plantas ornamentales (Jakubowska et al., 2022).

Un aspecto vital del uso de bacterias y hongos en el control de *T. urticae* es su impacto potencial sobre los ácaros depredadores beneficiosos. A pesar de su alta eficacia, *Bacillus thuringiensis* y *Streptomyces avermitilis*, así como el hongo *Lecanicillium lecanii* tuvieron un efecto negativo sobre *Phytoseiulus persimilis*, el principal ácaro depredador de *T. urticae*, cuando ambas estrategias fueron aplicadas el mismo día. Por ello, es recomendable que la liberación de los ácaros depredadores un día después del tratamiento de las plantas con *L. lecanii* y 7 días después del tratamiento de las plantas con *B. thuringiensis* o *S. avermitilis* disminuyen los efectos nocivos de los agentes acaropatógenos sobre la supervivencia de los depredadores (Zenkova et al., 2020).

Por otra parte, existen especies de insectos y ácaros depredadores que han mostrado producir importantes niveles de control. Mohammadi et al. (2021) realizaron estudios durante dos temporadas de crecimiento con siete especies depredadoras de *T. urticae*: *Stethorus gilvifrons*, *Orius niger*, *Neoseiulus zwoelferi*, *Chrysoperla carnea*, *Geocoris punctipes*, *Scolothrips sexmaculatus* y *Nabis pseudoferus*, sin embargo, solo *S. gilvifrons* y *O. niger* mostraron ser eficientes en el control del ácaro, causando reducción del 20 al 45% en las poblaciones de *T. urticae*. *Pronematus ubiquitus* es un ácaro Tydeidae capaz de depredar y controlar las poblaciones de *T. urticae* (Van de Velde et al., 2021).

### *1.3.2. La familia Phytoseiidae como agentes de control biológico*

Phytoseiidae es una familia de ácaros Mesostigmata, en la que el número de especies se revisa continuamente; por lo tanto, en 1986 se habían reconocido 1500 especies dentro de 79 géneros, pero estas han aumentado a unas 2300 especies en 84 géneros en 2007, mientras que en 2012 se mencionaron 2692 nombres de especies (incluidos sinónimos) (Demite et al., 2014).

Debido a su hábito de alimentación depredador, los ácaros fitoseídos son importantes agentes de control biológico en todo el mundo, ya que son conocidos como enemigos naturales de los artrópodos fitófagos en plantas cultivadas y no cultivadas, principalmente utilizados para controlar arañas rojas, pero algunas especies pueden controlar thrips en invernaderos y en campo abierto (Fathipour y Maleknia, 2016). Aunque se mencionan otras familias de ácaros depredadores como controladores de los ácaros fitófagos, los ácaros fitoseídos tienen varias ventajas debido a su alta fecundidad, abundante disponibilidad, buena capacidad de búsqueda, tasa de dispersión, adaptabilidad a diferentes nichos ecológicos y un alto grado de especificidad de presa (Gulati, 2014). Además, ciertos Phytoseiidae consumen grandes cantidades de presas y mantienen bajas las densidades de los ácaros fitófagos y también tienen una tasa de desarrollo rápida comparable a sus presas, una proporción de sexos con predominancia de hembras equivalente a sus presas que les permite responder numéricamente a una mayor densidad de presas y además pueden ser criados en masa fácilmente (Fathipour y Maleknia, 2016).

Con base en las diversas fuentes de alimentos utilizadas por Phytoseiidae, McMurtry et al. (2013) propusieron una clasificación considerando cuatro estilos de vida: depredadores especializados de ácaros (estilo de vida tipo I), depredadores selectivos de ácaros tetraníquidos (estilo de vida tipo II), depredadores generalistas (estilo de vida tipo III) y depredadores generalistas que se alimentan de polen (estilo de vida tipo IV). Con base en variaciones en la morfología de gnatosoma, Liu et al. (2017) mostraron una relación entre los hábitos de alimentación y/o estilos de vida de Phytoseiidae en la que las especies se dividen en tres grupos con especies en el Grupo II que tienen quelíceros e hipostoma más grandes que los del Grupo I y III, mientras que las especies en el grupo III tienen lóbulos más grandes y ángulo de dígito fijo que las especies de los otros dos grupos. Si bien los resultados fueron consistentes con la clasificación anterior, excepto

que los tipos I y II no se separaron, los autores indicaron que, dado que los hábitos de alimentación y estilos de vida de los fitoseídos también se ven afectados, además de la morfología del gnatosoma, por los requerimientos nutricionales y la capacidad digestiva, se debe considerar necesario evaluar la fiabilidad del método utilizado por ellos y discutir las posibilidades de subagrupación.

Teniendo en cuenta el importante papel de los ácaros Phytoseiidae en los programas de control biológico, estos han recibido una atención cada vez mayor en todo el mundo, sin embargo, hasta el momento hay tan solo 30 especies de ácaros depredadores producidos comercialmente como agentes de control biológico, entre los cuales algunos tuvieron mucho éxito y se han usado en aplicaciones inundativas en muchos países, incluidos *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) y *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, que representan una fracción muy pequeña de la amplia diversidad de la familia (Liu et al., 2017; van Lenteren, 2012).

Con base en el potencial biológico de los ácaros fitoseídos y debido a los crecientes requisitos de alternativas al control químico en todo el mundo, se deben abordar estudios más detallados para investigar un gran número de candidatos a control biológico dentro de esta familia de ácaros depredadores, principalmente en países de América Latina donde el control de plagas todavía se basa en el control químico.

### *1.3.3. La biodiversidad de los ácaros Phytoseiidae en América Latina*

Los ácaros de la familia Phytoseiidae (Mesostigmata) han sido ampliamente estudiados por su potencial como agentes de control biológico de los ácaros fitófagos (McMurtry y Croft, 1997). En esta familia se han descrito unas 2300 especies de pertenecientes a 82 géneros (Chant y McMurtry, 2007).

Se han publicado varios estudios que reportan especies en América Latina. Los estudios más extensos pertenecen a Brasil, donde, según Demite et al. (2014), se han reportado 259 especies en 41 géneros, con el mayor número de especies en los géneros *Amblyseius* (19,31%), *Neoseiulus* (10,42%), *Typhlodromips* (8,88%), *Phytoseius* (6,95%) y *Euseius* (6,56%), representando el 52,12% de la diversidad total de fitoseídos en Brasil (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número de especies válidas de Phytoseiidae reportadas en Brasil, según Demite et al. (2014)

<b>Género</b>	<b>Número de especies reportadas</b>
<i>Amazoniaseius</i>	1
<i>Amblydromalus</i>	13
<i>Amblyseiella</i>	1
<i>Amblyseius</i>	50
<i>Arrenoseius</i>	4
<i>Breviseius</i>	1
<i>Chelaseius</i>	3
<i>Cocoseius</i>	3
<i>Euseius</i>	17
<i>Galendromimus</i>	4
<i>Galendromus</i>	2
<i>Graminaseius</i>	3
<i>Honduriella</i>	1
<i>Ingaseius</i>	1
<i>Iphiseiodes</i>	12
<i>Iphiseius</i>	1
<i>Leonseius</i>	2
<i>Macrocaudus</i>	1
<i>Metaseiulus</i>	7
<i>Neoparaphytoseius</i>	3
<i>Neoseiulus</i>	27
<i>Paraamblyseius</i>	1
<i>Paraphytoseius</i>	3
<i>Phyllodromus</i>	1
<i>Phytoscutus</i>	2
<i>Phytoseiulus</i>	4
<i>Phytoseius</i>	18
<i>Proprioseiopsis</i>	12
<i>Proprioseius</i>	3

<i>Ragusaseius</i>	1
<i>Ricoseius</i>	1
<i>Scapulaseius</i>	1
<i>Serraseius</i>	1
<i>Silvaseius</i>	1
<i>Tenuisternum</i>	1
<i>Transeius</i>	6
<i>Typhlodromalus</i>	11
<i>Typhlodromina</i>	3
<i>Typhlodromips</i>	23
<i>Typhlodromus</i>	8
<i>Typhloseiopsis</i>	1

---

En Cuba, uno de los primeros reportes de ácaros Phytoseiidae correspondió a *Phytoseiulus macropilis* (Banks) y posteriormente Ramos y Rodríguez (2006) proporcionaron la primera lista de esta familia en agroecosistemas de Cuba en la que registraron las especies reportadas hasta el momento.

Los ácaros fitoseídos se han utilizado en diferentes enfoques de control biológico. En los programas clásicos de control biológico, hay dos proyectos exitosos a largo plazo basados en el uso de estos ácaros depredadores: el ácaro verde de la yuca en África, el ácaro de los cítricos y el ácaro del aguacate en California. En el caso del ácaro verde de la yuca, *Mononychellus tanajoa*, varias especies de fitoseídos fueron introducidas y liberadas en África, sin embargo, solo se establecieron *Amblydromalus manihoti* (Moraes) y *Typhlodromalus aripo* De León, siendo esta última la que mostró mayor potencialidad para controlar la plaga debido a la alta capacidad de dispersión, la capacidad de persistir en campos de yuca y una alta tasa de consumo, reduciendo la población de plagas en más del 50%, lo que produjo beneficios económicos directos de US\$ 1.700 millones para Nigeria, US\$ 384 millones para Ghana y US\$ 74 millones para Benín (McMurtry et al., 2015).

En experiencias de control biológico de ataques de ácaros tetraníquidos en cítricos y aguacates en California, se introdujeron y liberaron más de 25 especies, pero solo *Euseius stipulatus* se ha propagado ampliamente desde los sitios de liberación cuatro

décadas después de las liberaciones y, como consecuencia de los resultados positivos en California, esta especie fue introducida en Perú en 2006 para el control del ácaro rojo de los cítricos, donde es actualmente producida comercialmente para el control de esa plaga (McMurtry et al., 2015).

Más recientemente, un estudio comparativo para evaluar la eficiencia de dos poblaciones de *Amblyseius largoensis* (una de la isla de La Reunión en África y la segunda proveniente del estado de Roraima, Brasil) en el control del ácaro invasor de la familia Tenuipalpidae, *Raoiella indica* demostró que ambas poblaciones de *A. largoensis* no fueron suficientemente eficiente para controlar las poblaciones de *R. indica*, lo que sugiere que se deben realizar estudios complementarios en condiciones lo más cercana posible a las de los campos naturales para imitar el entorno natural de las plantas completamente desarrolladas y aumentar la tasa de depredación (Morais et al., 2016).

Con relación al género *Typhlodromalus*, de acuerdo con Moraes (2005), existen 32 especies (Tabla 2), sin embargo aún su potencial en el uso en el control biológico no ha sido ampliamente estudiado. Más recientemente, la especie *Typhlodromus (Anthoseius) crossostephium* sp. nov. se recolectó de *Crossostephium chinense* (L.) Makino (Asteraceae) en un hábitat de costa rocosa durante un estudio en la isla Lanyu, Taiwán, siendo este el primer reporte de la presencia de un ácaro fitoseídos en costas rocosas (Liao et al., 2017).

Entre las especies de *Typhlodromus* más conocidas se tiene al ácaro depredador, *Typhlodromalus aripo* De Leon, descrito en Trinidad y que luego fue reportado en Brasil y, entre otros, fue posteriormente introducido en África Oriental durante la década de 1990 para controlar el ácaro verde de la yuca, *Mononychellus progresivus* Doreste, una plaga que limita la producción de la yuca (Mutisya et al., 2014). Sin embargo, se requieren más investigaciones en este grupo, sobre todo en especies nativas, para determinar su uso potencial como agentes de control biológico.

**Tabla 2.** Especies de *Typhlodromalus* descritas a nivel mundial

---

<b>Nombre de la especie</b>
<i>Typhlodromalus aequidens</i> (Blommers, 1974)
<i>Typhlodromalus arawak</i> De Leon, 1966
<i>Typhlodromalus aripo</i> De Leon, 1967
<i>Typhlodromalus athiasae</i> (Pritchard y Baker, 1962)
<i>Typhlodromalus breviscutus</i> Moraes, Oliveira y Zannou, 2001
<i>Typhlodromalus chikmagalurensis</i> (Gupta, 1986)
<i>Typhlodromalus chitradurgae</i> (Gupta, 1986)
<i>Typhlodromalus clavicus</i> Denmark y Muma, 1973
<i>Typhlodromalus congeae</i> (De Leon, 1965)
<i>Typhlodromalus distinctus</i> (Denmark y Matthysse, 1981)
<i>Typhlodromalus endiandrae</i> (Schicha, 1993)
<i>Typhlodromalus eucalypticus</i> Gupta, 1978
<i>Typhlodromalus eujeniae</i> (Gupta, 1977)
<i>Typhlodromalus ezoensis</i> (Ehara, 1967)
<i>Typhlodromalus feresi</i> Lofego, Moraes y McMurtry, 2000
<i>Typhlodromalus fragosoi</i> (Yoshida-Shaul y Chant, 1991)
<i>Typhlodromalus guajavae</i> (Gupta, 1978)
<i>Typhlodromalus havu</i> (Pritchard y Baker, 1962)
<i>Typhlodromalus higuilloae</i> Denmark y Muma, 1975
<i>Typhlodromalus hova</i> (Blommers, 1976)
<i>Typhlodromalus huapingensis</i> (Wu y Li, 1985)
<i>Typhlodromalus hum</i> (Pritchard y Baker, 1962)
<i>Typhlodromalus jarooa</i> (Gupta, 1977)
<i>Typhlodromalus jucundus</i> (Chant, 1959)
<i>Typhlodromalus julus</i> Denmark y Evans, 1999
<i>Typhlodromalus laaensis</i> (Gupta, 1986)
<i>Typhlodromalus laetus</i> (Chant y Baker, 1965)
<i>Typhlodromalus lailae</i> (Schicha, 1979)
<i>Typhlodromalus limonicus</i> (Garman y McGregor, 1956)
<i>Typhlodromalus lunatus</i> Denmark y Evans, 1999
<i>Typhlodromalus macrosetosus</i> (van der Merwe, 1965)
<i>Typhlodromalus manihoti</i> (Moraes, 1994)

---

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Ubicación del estudio**

El estudio fue conducido el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCAGP) de la Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, provincia de Tungurahua. Las colectas de los ácaros fueron hechos en cultivos de rosa (*Rosa* spp.) producidos bajo condiciones de invernaderos localizados en la FCAGP-UTA.

#### **2.2. Modalidad y tipo de investigación**

El estudio fue conducido bajo un enfoque cuantitativo, el cual implica la toma de datos numéricos susceptibles a ser analizados mediante herramientas estadísticas de modo de hacer generalizaciones acerca de las variables en estudio (Hernández-Sampieri et al. 2014). Con relación al tipo, esta investigación es de tipo experimental, en la cual se plantea la manipulación de una variable independiente para determinar su efecto sobre la o las variables dependientes y establecer comparaciones (Hernández-Sampieri et al. 2014).

#### **2.3. Población y muestra**

En el presente estudio, la población de interés estuvo conformada por los ácaros, fitófagos y depredadores, presentes en el cultivo de rosa en la Granja Experimental Querochaca, del cantón Cevallos. A partir de esta población, se tomaron muestras a partir de 10 plantas de rosa de las cuales se tomaron 10 hojas que mostraron síntomas de alimentación de tetraníquidos, que según (Muimba-Kankolongo, 2018b) se caracterizan por la presencia de pequeñas punteaduras de color blanco o amarillo sobre el haz de la hoja. Las cuales fueron colocadas en bolsas plásticas previamente recubiertas con papel absorbente y llevadas al Laboratorio de Entomología.

#### **2.4. Recolección de la información**

##### *2.4.1. Identificación de los ácaros depredadores*

Se realizaron muestreos durante cuatro semanas en las plantas de rosa presentes en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Para ello, se seleccionaron 10

plantas de rosa al azar, de las cuales se tomaron 10 hojas para un total de 100 hojas por cada fecha de muestreo. Cada muestra fue envuelta en papel absorbente y colocada dentro de una funda tipo ziplock y llevada al laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

En el laboratorio, las muestras de hojas fueron examinadas bajo aumento del microscopio estereoscópico para seleccionar los diferentes morfotipos de ácaros (fitófagos y depredadores).

La identificación de las diferentes especies encontradas fue hecha mediante la preparación de placas para observación microscópica usando líquido PVA, las cuales fueron secadas en estufa (40 °C) durante 3-4 días hasta lograr la clarificación de los especímenes. Posteriormente, las placas de cada grupo de ácaros fueron observadas al microscopio de contraste de fase. Para el caso de ácaros Tetranychidae fue utilizada la clave taxonómica de Gutierrez (1985) para la identificación del género, mientras que la especie fue determinada por comparación de la morfología del edeago (Ochoa *et al.* 1994). En el caso de los ácaros Phytoseiidae fueron identificados mediante el uso de la clave de Minor (2008).

#### 2.4.2. *Estimación del consumo de la especie de Phytoseiidae sobre huevos y fases móviles de T. urticae*

Los ácaros tanto depredadores como plaga fueron recolectados de plantas de rosa siguiendo la misma metodología señalada en el aparte de identificación. Previo al inicio del ensayo, se prepararon 10 unidades de cría para la obtención de individuos de edad homogénea siguiendo la metodología de Pazmiño *et al.* (2018), usando cajas Petri en las cuales se colocó una almohadilla de poliuretano humedecida con agua destilada.

Sobre estas unidades de cría se colocaron discos de hoja de rosa (2 cm de diámetro) con el envés hacia arriba para luego colocar cinco hembras y dos machos del depredador de manera de promover la oviposición y los cuales fueron eliminados después de 24 h. Los huevos obtenidos fueron observados diariamente hasta el momento de aparición de los adultos, con los cuales se dio inicio al ensayo de consumo. Para la cría de la plaga, se procedió de manera similar a la cría del depredador.

El ensayo para estimar la tasa de consumo fue iniciado con 50 unidades de cría en las cuales fue colocada una hembra adulta del depredador para ser alimentada con huevos y fases móviles de la presa (*T. urticae*), incluyendo larvas, ninfas y adultos.

Las densidades de la presa fueron ofrecidas al depredador de acuerdo con la fase de desarrollo de la presa; en el caso de los huevos fueron usadas las densidades de 2, 4, 8, 16 y 32 huevos/hembra del depredador, mientras que en el caso de las fases móviles se ofrecieron densidades de 1, 2, 3, 4 y 5 individuos. Después de 24 horas, las unidades de cría fueron revisadas para contabilizar el número de presas consumidas. Este procedimiento fue repetido durante 5 días para convalidar los resultados.

## **2.5. Análisis de la información**

El experimento fue conducido en un diseño Completamente aleatorizado, debido a que este modelo analiza una sola fuente de variación en tratamientos y no tienen interacción o influencias entre sí (Recio-Avilés y Aliaga-Reynaldo 2016). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y aquellos que muestren diferencias significativas fueron comparados mediante prueba de medias según Tukey ( $p < 0,05$ ) usando el paquete Statistix para Windows versión 10.0.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Especies de ácaros depredadores asociados con *Tetranychus urticae* en cultivos de rosa bajo condiciones de invernadero

De acuerdo con los muestreos realizados en plantas de rosa fueron identificadas tres especies depredadoras sobre *T. urticae*, dos especies de Phytoseiidae identificadas como *Amblyseius* sp. y *Typhlodromalus* sp., siendo la segunda la más frecuente y abundante (Fig. 1).

De acuerdo con la identificación de *Typhlodromalus*, las especies se caracterizan por presentar dedo móvil de los quelíceros con tres dientes y dedo fijo con cinco dientes, además de un pilus dentilis; ornamentación redondeada sobre el escudo dorsal, con algunas estrías anterolaterales anterior a la Z4; setas idiosomales lisas y lanceoladas, excepto las setas J5, S5 y R1 que son setiformes, mientras que la seta Z5 son robustas y puntiagudas (De Moraes et al., 2013).

Con relación a *Amblyseius* sp. se identificó por la presencia de siete y dos dientes en los dedos queliceros fijos y móviles respectivamente; placa transversal cerca de la mitad de la longitud del cáliz espermatecal. Setas Z4 y Z5 más largas, de tipo setosas, mientras de S4 son largas pero lisas y el resto de las setas idiosomales muy cortas (De Moraes et al., 2013).

Estudios previos han señalado el uso con éxito de *Typhlodromalus aripo* en el control biológico de *Mononychellus tanajoa* en yuca debido a su capacidad de permanecer en el agroecosistema aun cuando las poblaciones del plaga sean bajas puesto que puede alimentarse de presas alternativas (Mutisya et al. 2014).

Las especies de *Typhlodromalus*, a diferencia de la mayoría de las especies de Phytoseiidae, desarrollaron quelíceros grandes y dentados múltiples, que parece ser una característica de los depredadores tipo III que se caracterizan por ser generalistas (Croft et al., 2004; McMurtry, De Moraes, et al., 2013)



**Figura 1.** Vista general del idiosoma (A) y gnatosoma (B) de una hembra de *Typhlodormalus* sp. (Phytoseiidae). Aumento 400X

Basados en las observaciones de investigaciones previas se sugiere que la combinación de especies depredadoras presentes en plantas de rosa podría mostrar un potencial para su uso en futuros programas de control biológico.

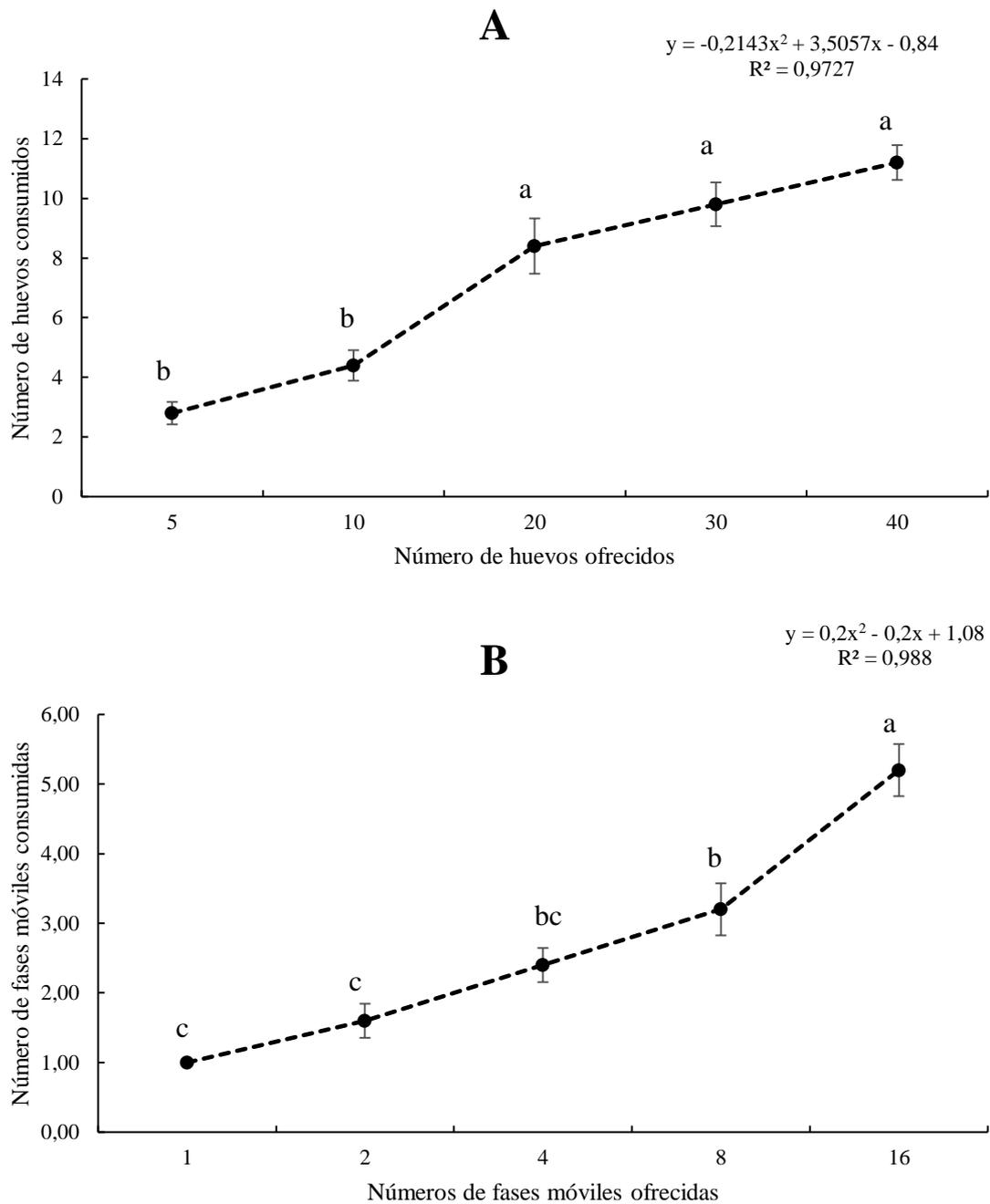
### **3.2. Capacidad de consumo de la principal especie depredadora alimentándose de la presa, *T. urticae* bajo condiciones de laboratorio**

Se observó un efecto de la densidad de huevos y fases móviles ofrecidas sobre la tasa de consumo de las hembras del depredador, observándose que, en general, la tasa de depredación se incrementó a medida que aumento la densidad de la presa (Fig. 1). Con relación al consumo de huevos, el consumo fue de 2,8 huevos/depredador a la densidad de 5 huevos ofrecidos, lo cual se incrementó a 11,2 huevos/depredador cuando se ofrecieron 40 huevos de la presa. En las densidades intermedias el consumo varió desde 4,4 a 9,8 huevos/hembra del depredador (Fig. 2A).

De la misma forma, el consumo de las fases móviles, que incluyó las fases larvarias y ninfales, aumentó con la oferta de presa, siendo significativamente mayor cuando se ofrecieron 16 fases móviles observándose un consumo promedio de 5,2 individuos/depredador, seguido de la densidad ofrecida de 8 móviles cuando consumió en promedio 3,2 individuos/hembra del depredador (Fig. 2B). Con densidades más bajas el consumo tendió a ser significativamente menor, variando entre 1 y 1,6 móviles/hembra del depredador.

De acuerdo con las ecuaciones de predicción y los coeficientes de regresión, la tasa de consumo siguió una curva cuadrática  $y = -0,2143x^2 + 3,5057x - 0,84$  ( $R^2 = 0,9727$ ) para los huevos y  $y = 0,2x^2 - 0,2x + 1,08$  ( $R^2 = 0,988$ ) para las fases móviles. Esto evidenció que el consumo muestra un incremento sostenido desde las densidades más bajas hasta las intermedias, pero que tiende a nivelarse a medida que las densidades que son ofrecidas al depredador.

Resultados similares fueron reportados por Park et al. (2021) quienes observaron que la tasa de depredación de *Amblyseius eharai* sobre los huevos y larvas de *T. urticae* fueron afectadas tanto por la densidad de presa, el estadio de presa, el sexo del depredador, así como por la interacción densidad de presa  $\times$  estadio y la interacción densidad de presa  $\times$  sexo de *A. eharai*. Así estos autores demostraron que la tasa de depredación de hembras y machos del depredador, *A. eharai* aumentó a medida que se incrementó la densidad inicial de presas (larvas o huevos de *T. urticae*). En general, las hembras del depredador mostraron mayor consumo que los machos, sobre todo a densidades altas.



**Figura 2.** Tasa de consumo de las hembras de *Typhlodromalus* sp. cuando fue alimentada de huevos (A) o las fases móviles de *T. urticae* en rosa

Así mismo, de acuerdo con Coelho et al. (2020), los ácaros depredadores *Amblyseius largoensis*, *Iphiseiosdes zuluagai* y *Typhlodromus ornatus* exhibieron un aumento en el consumo debido a una mayor disponibilidad de la presa (*Raoiella indica*) hasta cierta densidad, alcanzando la estabilidad a altas densidades, lo que puede estar

asociado con la saciedad del depredador y pudiera sugerir que estos depredadores son más eficientes en densidades de presa bajas a moderadas.

Song et al. (2016) observaron que el porcentaje de presas consumidas *Neoseiulus californicus* y *Neoseiulus longispinosus* disminuyó con el aumento de la densidad de presas, lo que significa una dependencia inversa de la densidad y sugiere que la respuesta funcional de ambas especies de *Neoseiulus* fue de tipo II sobre los diferentes estados de desarrollo tanto de *T. urticae* como de *Tetranychus kanzawai*.

### **3.3. Efecto de la presa sobre la tasa reproductiva del ácaro depredador bajo condiciones de laboratorio**

Se verificó un efecto positivo del incremento de la densidad de la presa sobre la tasa reproductiva de las hembras de *Typhlodromus* sp., medida como el número de huevos puestos por hembra por día (Fig. 3 A-B). En general, el incremento de la densidad de la presa se tradujo en incrementos en el número de huevos diarios colocados por las hembras del depredador, siendo significativamente superior cuando se alimentó con la mayor densidad de huevos (40 huevos), la cual fue 3,5 veces mayor en comparación con la menor densidad. Cuando se alimentó con las fases móviles, las mayores tasas de oviposición fueron observadas con las densidades de 8 y 16 individuos, las cuales fueron 3,7 y 4,3 veces mayor con relación a la oviposición obtenida con la menor densidad.

Rodríguez Morell et al. (2010) mostraron que *A. largoensis* alcanzó una tasa promedio de oviposición máxima de dos huevos por día a una densidad de presa de 100 individuos por arena e indicaron que este hecho probablemente pueda tener mayor importancia que la respuesta funcional en la regulación de las poblaciones de ácaros debido a que, los incrementos en la tasa de oviposición por efecto de la densidad de la presa se reflejaron en aumentos en la tasa de reproducción y en la supervivencia de la descendencia y la duración del tiempo de desarrollo.

(Ferreira et al., 2013) señalaron que el incremento en la tasa de reproducción de *Amblyseius aerialis* mostró que incluso a bajas densidades de la presa, *Aceria guerreronis* (40 y 80 individuos), el depredador fue capaz de ovipositar y que el número de huevos puestos por día aumentó a densidades altas, lo que indica que el incremento de individuos en la población será mayor a medida que aumenta la densidad de la presa.

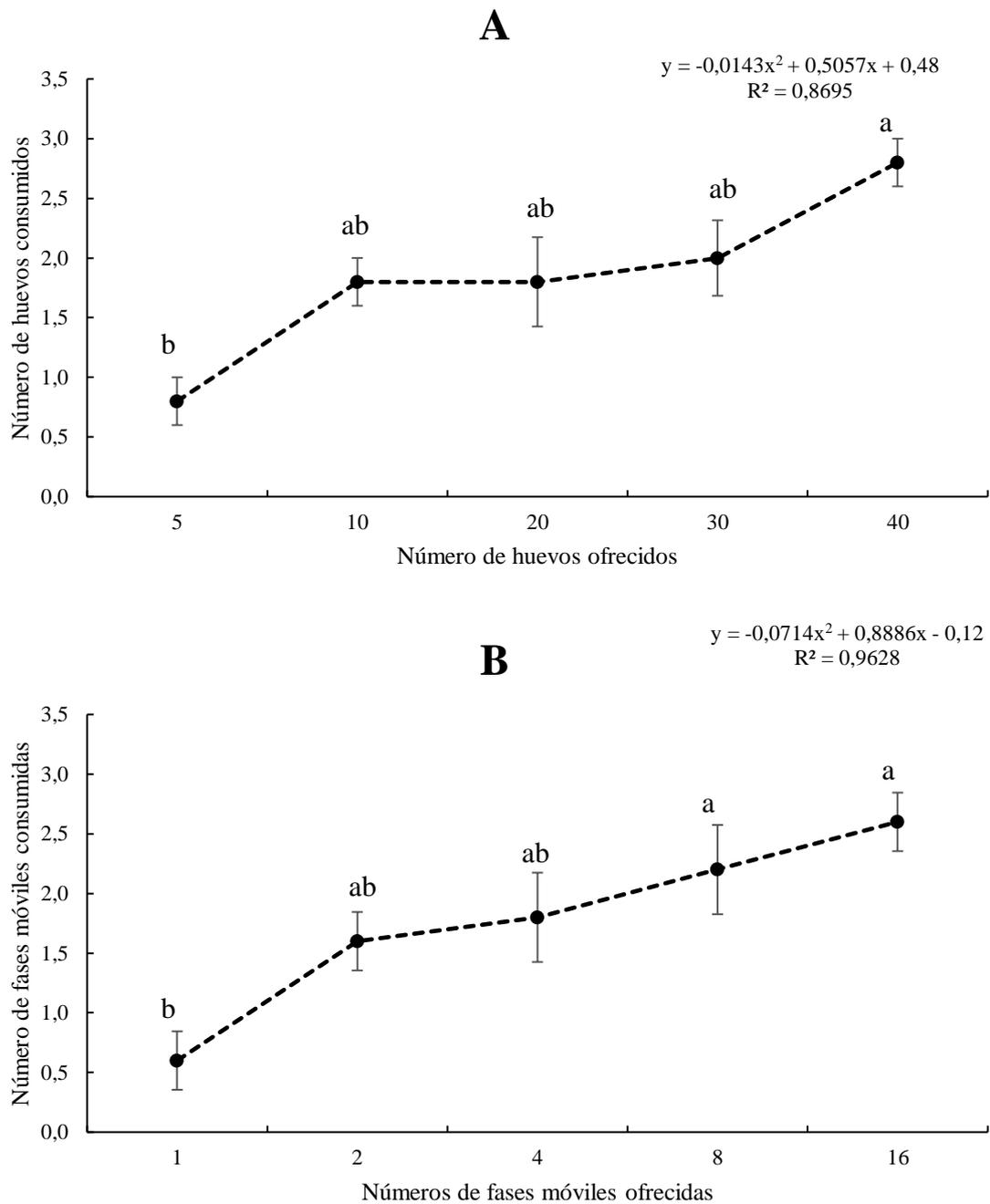


Figura 3. Oviposición media de las hembras de *Typhlodromalus* sp. alimentadas con densidades crecientes de huevos (A) y fases móviles (B) de *T. urticae*

También Dalir et al. (2021) encontraron que *Neoseiulus cucumeris* mostró un incremento significativo en la tasa de reproducción a medida que aumentó la densidad de la presa, pero tendió a disminuir gradualmente cuando las densidades fueron muy altas, por lo tanto, la eficiencia de conversión del alimento ingerido fue relativamente mayor a

densidades bajas de *T. urticae*, mientras que se redujo a densidades altas de la presa. En este sentido, se espera que para el control de los ácaros plaga, un buen ácaro depredador presente una alta capacidad de convertir sus presas en energía reproductiva (huevos) y aumentar su población ante la abundancia de presas (Ferreira et al., 2013).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Fueron identificadas dos especies de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, *Typhlodromalus* sp. y *Amblyseius* sp., sin embargo, solo *Typhlodromalus* sp. fue encontrado con mayor frecuencia a lo largo de los muestreos.

De acuerdo con los estudios, se demostró que existe un efecto del incremento de la densidad tanto de los huevos como de las fases móviles ofrecidas sobre la tasa de consumo de las hembras del depredador, observándose mayores tasas de depredación a medida que aumentó la densidad de la presa, lo que permite sugerir que la especie de *Typhlodromalus* pudiera ser un buen candidato de biocontrol de *T. urticae* en cultivos de rosa.

Adicionalmente, se observó un efecto positivo en la tasa reproductiva de las hembras de *Typhlodromus* sp. por el incremento de la densidad de la presa, observándose que en general, el aumento de la densidad de la presa fue aprovechado por la hembra del depredador pues pudo convertirlo en energía reproductiva evidenciada en un mayor número de huevos diarios. Esto permite concluir que el depredador podría aumentar su población ante la abundancia de presas, lo cual es una de las características deseables de los enemigos naturales para ser incluidos en programas de manejo integrado de plagas.

#### 4.2. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se sugiere que se realicen estudios de campo que incluyan el número de depredadores a ser liberados (tasa de liberación) así como la frecuencia de liberación (número de liberaciones por ciclo de cultivo), lo cual permitiría validar los resultados obtenidos en el laboratorio.

Una vez convalidados los resultados, se sugiere desarrollar y evaluar protocolos de cría masiva de esta especie de depredador de manera de posteriormente diseñar programas de control biológico de ácaros plaga en el cultivo de rosas, con el fin de promover una agricultura más sustentable, que incluya la reducción del uso de plaguicidas

de clases toxicológicas más severas, prestando especial atención al uso de moléculas selectivas para los depredadores, de manera de asegurar su permanencia en los agroecosistemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou-Haidar, A., Sobh, H., Skinner, M., Parker, B., y Abou-Jawdah, Y. (2021). Efficacy of *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* for integrated pest management for greenhouse cucumbers under Mediterranean environmental conditions. *Canadian Entomologist*, *153*(5), 598–615. <https://doi.org/10.4039/tce.2021.15>
- Ahmadi, K., Fathipour, Y., y Bashiri, M. (2020). Control of *Tetranychus urticae* by three predatory mites (Acari: Phytoseiidae) in a commercial greenhouse rose. *Journal of Crop Protection*, *9*(1), 17–27.
- Assouguem, A., Kara, M., Mechchate, H., Korkmaz, Y. B., Benmessaoud, S., Ramzi, A., Abdullah, K. R., Noman, O. M., Farah, A., y Lazraq, A. (2022). Current situation of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Northern Africa: The sustainable control methods and priorities for future research. *Sustainability*, *14*(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su14042395>
- Bergeron, P. E., y Schmidt-Jeffris, R. A. (2020). Not all predators are equal: miticide non-target effects and differential selectivity. *Pest Management Science*, *76*(6), 2170–2179. <https://doi.org/10.1002/ps.5754>
- Bhagat, A. A., Badgajar, C. D., Bhosale, S. S., y Supe, V. S. (2019). An economics analysis for export of fresh cut rose flowers from India. *Ournal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *2*, 291–298.
- Chacón-Hernández, J. C., Cerna-Chávez, E., Vanoye-Eligio, V., Ocho-Fuentes, Y. M., Ordaz-Silva, S., Soria-Díaz, L., y Landeros-Flores, J. (2019). *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) Functional Response in the Biological Control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Eggs on Rose Foliage Discs. *Journal of Entomological Science*, *54*(3), 275–287. <https://doi.org/10.18474/JES18-95>
- Chant, D. A., y McMurtry, J. A. (2007). *Illustrated keys and diognoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata)*. West Bloomfield: Indira Publishing House. pp. 219. Indira Publishing House.
- Coelho, C. R., Galvão, A. S., dos Santos, M. C., Farias, A. P., y Teodoro, A. V. (2020).

- Effectiveness of three species of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) for controlling *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Revista de Protección Vegetal*, 35(1), 1–9.
- Croft, B. A., Blackwood, J. S., y McMurtry, J. A. (2004). Classifying life-style types of phytoseiid mites: Diagnostic traits. *Experimental and Applied Acarology*, 33(4), 247–260. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000038622.26584.82>
- Cruz-Miralles, J., Cabedo-López, M., Guzzo, M., Vacas, S., Navarro-Llopis, V., Ibáñez-Gual, M. V., Flors, V., Montserrat, M., y Jaques, J. A. (2022). Host plant scent mediates patterns of attraction/repellence among predatory mites. *Entomologia Generalis*, 42(2), 217–229. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2021/1237>
- Dalir, S., Hajiqanbar, H., Fathipour, Y., y Khanamani, M. (2021). Age-Dependent functional and numerical responses of *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 114(1), 50–61. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa266>
- De Moraes, G. J., De Camargo Barbosa, M. F., y De Castro, T. M. M. G. (2013). Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. *Zootaxa*, 3700(3), 301–347. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3700.3.1>
- Demite, P. R., McMurtry, J. A., y De Moraes, G. J. (2014). Phytoseiidae database: A website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa*, 3795(5), 571–577. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3795.5.6>
- Fathipour, Y., y Maleknia, B. (2016). Mite Predators. In O. Gavkare (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security* (pp. 329–366). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00011-7>
- Ferreira, C. T., da Silva Noronha, A. C., Neto, E. P. S., De Oliveira, R. P., Lins, P. M. P., y Batista, T. F. V. (2013). Functional and numerical responses of the predatory mite *Amblyseius aerialis* (Acari: Phytoseiidae) to *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). *Acarologia*, 53(4), 383–415. <https://doi.org/10.1051/acarologia/20142144>

- Forero, G., Rodríguez, M., Cantor, F., Rodríguez, D., y Cure, R. (2008). Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius* (*Neoseiulus*) sp. (Acari: Phytoseiidae) en cultivos de rosas. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 78–86.
- Gulati, R. (2014). Eco-Friendly Management of Phytophagous Mites. In D. P. Abrol (Ed.), *Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00023-3>
- Gutierrez, J. (1985). Systematics. In W. Helle y M. Sabelis (Eds.), *Spider Mites: their biology, natural enemies and control* (pp. 75–90). Elsevier Science.
- Hedge, J. N., Ashrith, K. N., Chakravarthy, A. K., y Gopalkrishna, H. R. (2020). Insect pests of roses and their management. In P. Suprakash y A. K. Chakravarthy (Eds.), *Advances in Pest Management in Commercial Flowers* (pp. 85–101). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.4324/9780429284120-6>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Hummer, K. E., y Janick, J. (2009). Rosaceae: Taxonomy, Economic Importance, Genomics. In K. M. Folta y S. E. Gardiner (Eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae, Plant Genetics and Genomics: Crops and Models 6* (pp. 1–17). Springer Science + Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-77491-6>
- Jakubowska, M., Dobosz, R., Zawada, D., y Kowalska, J. (2022). A Review of Crop Protection Methods against the Twospotted Spider Mite—*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)—With Special Reference to Alternative Methods. *Agriculture*, 12(7), 1–21. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070898>
- Kadkhodazadeh, F., Asadi, M., y Khanamani, M. (2021). Suitability of different pollen grains and *Tetranychus urticae* as food for the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Persian Journal of Acarology*, 10(3), 321–334. <https://doi.org/10.22073/pja.v10i3.66952>

- Leghari, A. J., Laghari, U. A., Laghari, A. H., y Bhutto, T. A. (2016). Cultivation of rose (*Rosa indica* L.). *Journal of Floriculture and Landscaping*, 2, 1–4. <https://doi.org/10.19071/jfcl.2016.v2.3044>
- Liao, J. R., Ho, C. C., y Ko, C. C. (2017). Discovery of a new species of genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae: Typhlodrominae) on rocky shore habitat from Lanyu Island. *Systematic and Applied Acarology*, 22(10), 1639–1650. <https://doi.org/10.11158/saa.22.10.6>
- Liu, S., Lv, J., Wang, E., y Xu, X. (2017). Life-style classification of some Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata ) species based on gnathosoma morphometrics. *Systematic and Applied Acarology*, 22(5), 629–639.
- Martínez-Jaime, O. A., Salas-Araiza, M. D., y Salazar-Solís, E. (2015). Control de la araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) (Acari: Tetranychidae) en rosal (*Rosa* sp.) bajo condiciones de invernadero. *Entomología Mexicana*, 2, 429–434.
- McMurtry, J. A., y Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, 291–321. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.65.066410>
- McMurtry, J. A., De Moraes, G. J., y Sourassou, N. F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18(4), 297–320. <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>
- McMurtry, J. A., Moraes, G. J. De, y Sourassou, N. F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). *Systematic and Applied Acarology*, 18(4), 297–320.
- McMurtry, J. A., Sourassou, N. F., y Demite, P. R. (2015). Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms. In D. Carrillo, G. J. de Moraes, y J. E. Peña (Eds.), *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms* (pp. 1–328). Springer International Publishing Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15042-0>

- Minor, M. (2008). *Phytoseiidae of New Zealand, version 1.0*.  
<https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/phytoseiidae/key/phytoseiidae/Media/Html/about.htm>
- Mohammadi, K., Fathi, S. A. A., Razmjou, J., y Naseri, B. (2021). Evaluation of the effect of strip intercropping green bean/garlic on the control of *Tetranychus urticae* in the field. *Experimental and Applied Acarology*, 83(2), 183–195.  
<https://doi.org/10.1007/s10493-020-00583-2>
- Momen, F. M., y Abdel-Khalek, A. (2021). Intraguild predation in three generalist predatory mites of the family Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00355-5>
- Moraes, G. J. de. (2005). *Phytoseiidae Species*. Biology Catalogue.  
<https://web.archive.org/web/20100807063039/http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/Acari/Family/Phytoseiidae.txt>
- Morais, E. G. F., Oliveira, J. S., Gondim, M. G. C., y Moraes, G. J. (2016). *Amblyseius largoensis* in controlling red palm mite under semi-field conditions. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 51(5), 671–675. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500030>
- Muimba-Kankolongo, A. (2018a). Vegetable Production. In *Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa*. Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814383-4.00011-6>
- Muimba-Kankolongo, A. (2018b). Vegetable Production. In A. Muimba-Kankolongo (Ed.), *Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa* (pp. 205–274). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814383-4.00011-6>
- Mutisya, D. L., El-Banhawy, E. M., Kariuki, C. W., y Khamala, C. P. M. (2014). *Typhlodromalus aripo* de leon (Acari: Phytoseiidae) development and reproduction on major cassava pests at different temperatures and humidities: An indication of enhanced mite resilience. *Acarologia*, 54(4), 395–407.  
<https://doi.org/10.1051/acarologia/20142145>

- Ochoa, R., Aguilar, H., y Vargas, C. (1994). *Phytophagous mites of Central America*. Catie.
- Park, Y. G., Lee, J. H., y Lim, U. T. (2021). Functional response of *Amblyseius eharai* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *PLoS ONE*, *16*(12 December), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260861>
- Pazmiño, P., Lema, G., Mendoza, D., Velástegui, G., y Vásquez, C. (2018). Parámetros biológicos de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) alimentados sobre dos cultivares de fresa en Ecuador. *Bioagro*, *30*(3), 229–234.
- Questa, T., y Zuliani, S. (2018). Rosa y Crisantemo. La Estacionalidad de la demanda y su incidencia en la rentabilidad de la producción. *Agromensajes*, 24–26.
- Ramos, M., y Rodríguez, H. (2006). Riqueza de especies de ácaros fitoseidos (Acari: Mesostigmata) en agroecosistemas de Cuba. *Fitosanidad*, *10*(3), 203–207. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116108004.pdf>
- Recio-Avilés, R., y Aliaga-Reynaldo, J. (2016). Uso del diseño completamente aleatorio para determinar la edad de comienzo de los mejores resultados en los lanzadores del martillo. *Olimpia: Revista de La Facultad de Cultura Física de La Universidad de Granma*, *13*(41), 139–152.
- Rocha, M. S., Nascimento, P. T., Santos, B. L. F., y Fadini, M. A. M. (2022). The predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) does not respond for volatiles of maize infested by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Brazilian Journal of Biology*, *82*, 1–6. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.239639>
- Rodríguez Morell, H., Miranda, I., Ramos, M., y Badii, M. H. (2010). Functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) in Cuba. *International Journal of Acarology*, *36*(5), 371–376. <https://doi.org/10.1080/01647954.2010.483235>
- Schouten, D. D., y van Lent, M. (2001). *Handbook for modern greenhouse rose cultivation*. Association of Flower Auctions in the Netherlands (VBN).

- Song, Z. W., Zheng, Y., Zhang, B. X., y Li, D. S. (2016). Prey consumption and functional response of *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* and *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology*, 21(7), 936–946. <https://doi.org/10.11158/saa.21.7.7>
- Van de Velde, V., Duarte, M., Benavente, A., Vangansbeke, D., Wäckers, F., y De Clercq, P. (2021). Quest for the Allmitey: Potential of *Pronematus ubiquitous* (Acari: Iolinidae) as a biocontrol agent against *Tetranychus urticae* and *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *BioRxiv*, 1–16. <https://doi.org/10.1101/2021.04.08.438973>
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., y Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2014.12.009>
- van Lenteren, J. C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>
- Vázquez-González, G., Sabás-Chávez, C., González-Huerta, A., Aguilar-Medel, S., Vázquez-García, L., y Mejía-Carranza, J. (2016). Efecto de *Tetranychus urticae* Koch en la calidad del tallo floral de 15 cultivares de rosa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 833–844.
- Yanchapaxi, J., Calvache, M., y Lalama, M. (2010). Elaboración de un manual técnico-práctico del cultivo de rosas (*Rosa* sp.) para exportación. *Rumipamba*, 24(1), 1–8.
- Yazdanpanah, S., Fathipour, Y., Riahi, E., y Myron, P. (2022). Pollen alone or a mixture of pollen types? Assessing their suitability for mass rearing of *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) over 20 generations. *Journal of Insect Science*, 22(4), 1–7.
- Zélé, F., Altıntaş, M., Santos, I., Cakmak, I., y Magalhães, S. (2020). Inter- and intraspecific variation of spider mite susceptibility to fungal infections: Implications for the long-term success of biological control. *Ecology and Evolution*, 10(7), 3209–

3221. <https://doi.org/10.1002/ece3.5958>

Zenkova, A. A., Grizanova, E. V., Andreeva, I. V., Gerne, D. Y., Shatalova, E. I., Cvetcova, V. P., y Dubovskiy, I. M. (2020). Effect of fungus *Lecanicillium lecanii* and bacteria *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces avermitilis* on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Plant Protection Research*, 60(4), 415–419. <https://doi.org/10.24425/jppr.2020.134917>

## ANEXOS

### 1. Análisis para oviposición

#### A. Huevos

Statistix 10,0  
18/8/2022; 12:31:59

##### Completely Randomized AOV for Oviposici

Source	DF	SS	MS	F	P
Densidad	4	10,1600	2,54000	7,06	0,0010
Error	20	7,2000	0,36000		
Total	24	17,3600			

Grand Mean 1,8400      CV 32,61

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1,00	0,4307
O'Brien's Test	0,73	0,5791
Brown and Forsythe Test	0,67	0,6226

##### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Densidad	4,0	10,47	0,0014
Error	9,9		

Component of variance for between groups      0,43600  
Effective cell size      5,0

##### Densidad      Mean

5	0,8000
10	1,8000
20	1,8000
30	2,0000
40	2,8000
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,2683
Std Error (Diff of 2 Means)	0,3795

##### Completely Randomized AOV for Ovipsq

Source	DF	SS	MS	F	P
Densidad	4	1,23035	0,30759	6,87	0,0012
Error	20	0,89531	0,04477		
Total	24	2,12565			

Grand Mean 1,5017      CV 14,09

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	0,67	0,6174
O'Brien's Test	0,50	0,7391
Brown and Forsythe Test	0,49	0,7407

##### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Densidad	4,0	7,72	0,0044
Error	9,8		

Statistix 10,0  
18/8/2022; 12:33:41

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Oviposici by Densidad**

Densidad	Mean	Homogeneous Groups
40	2,8000	A
30	2,0000	AB
10	1,8000	AB
20	1,8000	AB
5	0,8000	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,3795  
Critical Q Value 5,265 Critical Value for Comparison 1,4128  
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Oviposq by Densidad**

Densidad	Mean	Homogeneous Groups
40	1,8129	A
30	1,5678	AB
10	1,5099	AB
20	1,4965	AB
5	1,1212	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1338  
Critical Q Value 5,265 Critical Value for Comparison 0,4982  
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**B. Fases móviles**

Statistix 10,0  
18/8/2022; 12:29:27

**Completely Randomized AOV for Oviposici**

Source	DF	SS	MS	F	P
Densidad	4	11,3600	2,84000	6,17	0,0021
Error	20	9,2000	0,46000		
Total	24	20,5600			

Grand Mean 1,7600 CV 38,54

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1,10	0,3850
O'Brien's Test	0,81	0,5358
Brown and Forsythe Test	0,20	0,9354

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Densidad	4,0	7,42	0,0049
Error	9,9		

Component of variance for between groups 0,47600  
Effective cell size 5,0

Densidad	Mean
----------	------

1	0,6000	
2	1,6000	
4	1,8000	
8	2,2000	
16	2,6000	
Observations per Mean		5
Standard Error of a Mean		0,3033
Std Error (Diff of 2 Means)		0,4290

**Completely Randomized AOV for Ovipsq**

Source	DF	SS	MS	F	P
Densidad	4	1,55836	0,38959	6,71	0,0014
Error	20	1,16173	0,05809		
Total	24	2,72009			

Grand Mean 1,4667      CV 16,43

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1,16	0,3565
O'Brien's Test	0,85	0,5076
Brown and Forsythe Test	0,19	0,9415

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Densidad	4,0	5,85	0,0112
Error	9,8		

Component of variance for between groups      0,06630  
 Effective cell size      5,0

Densidad	Mean
1	1,0177
2	1,4386
4	1,4965
8	1,6257
16	1,7550
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,1078
Std Error (Diff of 2 Means)	0,1524

Statistix 10,0  
 18/8/2022; 12:30:29

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Oviposici by Densidad**

Densidad	Mean	Homogeneous Groups
16	2,6000	A
8	2,2000	A
4	1,8000	AB
2	1,6000	AB
1	0,6000	B

Alpha      0,01      Standard Error for Comparison      0,4290  
 Critical Q Value      5,265      Critical Value for Comparison      1,5970  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ovipsq by Densidad**

Densidad	Mean	Homogeneous Groups
16	1,7550	A
8	1,6257	A
4	1,4965	AB
2	1,4386	AB
1	1,0177	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1524  
 Critical Q Value 5,265 Critical Value for Comparison 0,5675  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

## 2. Análisis para tasa de consumo

Statistix 10,0  
 16/8/2022; 18:04:46

### Completely Randomized AOV for HuevCons

Source	DF	SS	MS	F	P
HuevOfre	4	256,640	64,1600	29,98	0,0000
Error	20	42,800	2,1400		
Total	24	299,440			

Grand Mean 7,3200 CV 19,98

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2,28	0,0970
O'Brien's Test	1,67	0,1960
Brown and Forsythe Test	0,82	0,5263

### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
HuevOfre	4,0	40,48	0,0000
Error	9,8		

Component of variance for between groups 12,4040  
 Effective cell size 5,0

HuevOfre	Mean
5	2,800
10	4,400
20	8,400
30	9,800
40	11,200
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,6542
Std Error (Diff of 2 Means)	0,9252

Statistix 10,0  
 16/8/2022; 18:05:09

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of HuevCons by HuevOfre

HuevOfre	Mean	Homogeneous Groups
40	11,200	A
30	9,8000	A

20	8,4000	A
10	4,4000	B
5	2,8000	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,9252  
 Critical Q Value 5,265 Critical Value for Comparison 3,4445  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

Statistix 10,0  
 16/8/2022; 18:06:26

**Completely Randomized AOV for MovConsum**

Source	DF	SS	MS	F	P
MovOfrec	4	53,4400	13,3600	33,40	0,0000
Error	20	8,0000	0,4000		
Total	24	61,4400			

Grand Mean 2,6800 CV 23,60

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2,09	0,1197
O'Brien's Test	1,54	0,2295
Brown and Forsythe Test	1,25	0,3221

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
MovOfrec	4,0	M	M
Error	M		

Component of variance for between groups 2,59200  
 Effective cell size 5,0

MovOfrec	Mean
1	1,0000
2	1,6000
4	2,4000
8	3,2000
16	5,2000
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,2828
Std Error (Diff of 2 Means)	0,4000

Statistix 10,0  
 16/8/2022; 18:06:43

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of MovConsum by MovOfrec**

MovOfrec	Mean	Homogeneous Groups
16	5,2000	A
8	3,2000	B
4	2,4000	BC

2	1,6000	C
1	1,0000	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,4000  
Critical Q Value 5,265 Critical Value for Comparison 1,4892  
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means  
are not significantly different from one another.