

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch del Cultivo del Rosal
Rosa sp. L. a Extractos Vegetales e Ingredientes Activos Químicos

Por:

KENIA MACA MALPICA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch del Cultivo del Rosal
Rosa sp. L. a Extractos Vegetales e Ingredientes Activos Químicos

Por:

KENIA MACA MALPICA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría

Dr. Ernesto Cerna Chávez
Asesor Principal

Dr. Alberto Roque Enriquez
Asesor Principal Externo

Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Coasesor

Dra. Rocío de Jesús Díaz Aguilar
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2024

Declaración de no plagio

El autor principal quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Autor principal



Kenia Maca Malpica

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi fuente de sabiduría y fortaleza, sin su guía y su infinita misericordia, este logro no habría sido posible. A él le debo cada paso dado en este camino, y a través de su amor constante, pude superar los obstáculos y dificultades que se presentaron a lo largo de este proceso.

A mi Alma Terra Mater por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, por ofrecerme un entorno académico y por ser mi segunda casa. Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y los recursos proporcionados por ella.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez por permitirme realizar este proyecto bajo su asesoría, por todo el apoyo que me brindó durante el desarrollo de este trabajo, pues sin su apoyo y orientación este proyecto no habría sido posible. Su profesionalismo y compromiso con la excelencia han sido una fuente de inspiración para mí y un pilar esencial para lograr la culminación de esta tesis.

A la Dra. Yisa María Ochoa Fuentes por su amabilidad y disposición conmigo siempre.

A la Dra. Rocío de Jesús Díaz y al Dr. Alberto Roque Enríquez por su paciencia, conocimiento y constante disposición para orientarme durante todo el proceso. Su valiosa guía y sus acertadas recomendaciones fueron esenciales para que pudiera desarrollar y culminar este trabajo con éxito.

DEDICATORIA

A mi padre Alberto Maca Domínguez quién ha sido mi ejemplo que seguir a lo largo de mi vida, quien me ha apoyado constantemente, me ha alentado a seguir mis sueños y me ha enseñado a nunca rendirme. Esta tesis es el resultado de sus sacrificios y esfuerzos.

A mi madre María Antonieta Malpica Morales por criarme con tanto amor, enseñarme a ser una mujer de valores y apoyarme en todo momento. A ella con todo mi amor.

A mis hermanos Cielo Abril Maca Malpica, Alberto Maca Malpica, Victoria Maca Malpica y mi cuñado **Jair Issac Moreno Ramos**, por ser mi razón de vivir y estar siempre a mi lado, por su comprensión y amor. Gracias por compartir mis alegrías, esfuerzos y tristezas. Les dedico este trabajo con todo mi corazón.

A mis amigos Aidyl Flores, Dayani López, Nayeli Sandoval, Rafael Tovilla, Naydelin Escobar, Ricardo López, Luis Jaime, Rubén Quintero, Marlen Cortes, Marisol Botello, Cecilia Sánchez y Stefany Verazaluce por acompañarme a lo largo de mi carrera, por todos los momentos llenos de risas y por formar parte de una de las mejores etapas de mi vida. A mis amigos **Naydeli Lucas, Sarahí Luna, Javier Ramírez y Ángel Daniel Palomino** por ser mis amigos durante tanto tiempo, porque siempre que los necesito están ahí para mí sin importar que.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades del Rosal.....	3
2.1.1 Importancia del rosal.....	3
2.1.2 Ubicación taxonómica.....	4
2.1.3 Principales países productores de rosa	4
2.1.4 Producción de rosa en México	5
2.1.5 Enfermedades y plagas del rosal.....	5
2.2 Araña roja <i>T. urticae</i> K.....	6
2.2.1 Ubicación taxonómica.....	6
2.2.2 Morfología	7
2.2.3 Ciclo de vida	7
2.2.4 Daños	8
2.2.5 Control preventivo y cultural.....	9
2.2.6 Control biológico	9
2.2.7 Control químico.....	9
2.2.8 Resistencia de <i>T. urticae</i>	10
2.3 Extractos vegetales.....	10

2.3.1 Control de plagas.....	10
2.4 Canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	11
2.4.1 Generalidades	11
2.4.2 Compuestos químicos	11
2.4.3 Actividad plaguicida.....	12
2.5 Mostaza (<i>Sinapis alba</i>).....	12
2.5.1 Generalidades	12
2.5.2 Compuestos químicos	13
2.5.3 Actividad plaguicida.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación del trabajo	14
3.2 Colecta y establecimiento de la colonia de <i>T. urticae</i>	14
3.3 Tratamientos	14
3.4 Bioensayos <i>in vitro</i>	15
3.5 Análisis estadístico.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
V. CONCLUSIONES.....	19
VI. LITERATURA CITADA	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Productos evaluados	14
Cuadro 2: Mortalidad de <i>T. urticae</i> expuestas al extracto de canela y al ingrediente activo Dicofol.....	16
Cuadro 3: Mortalidad de <i>T. urticae</i> ante el extrato de mostaza y el acaricida Pyramite.....	17
Cuadro 4: Estimación de la CL ₅₀ de <i>T. urticae</i> tratados con dos extractos y dos acaricidas	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ácaro adulto de <i>T. urticae</i> junto a huevecillos.....	8
--	---

RESUMEN

El rosal es un cultivo de importancia mundial, pues desde años remotos y hasta la actualidad se ofrece como presente y muestra de amor, además de ser la flor ornamental más cultivada en los jardines. Nuestro país es un importante productor de esta flor, destinando 1,676.92 ha a su producción, dejando una derrama económica de más de 11 millones de dólares solo con exportaciones. La araña roja *Tetranychus urticae* (*T. urticae*) es la plaga número uno en rosal, los daños que provoca con su alimentación provocan daños estéticos en los botones florales y reduce su valor comercial, el control más utilizado para este ácaro en los cultivos que ataca, es mediante el uso de acaricidas químicos, pues estos ofrecen un rápido control, eficacia y son baratos, sin embargo, esto solo ocurre en las primeras aplicaciones ya que, debido al mal uso de estos productos *T. urticae* ha desarrollado resistencia genética a la mayoría de los ingredientes activos que se han utilizado para su control, además, estos productos son dañinos para la salud humana al dejar residuos y también presentan desventajas en la fauna silvestre. Una alternativa promisorio para su control se encuentran los extractos vegetales, estos destacan por su elevada eficiencia debido a sus metabolitos secundarios, los cuales forman parte de las estrategias defensivas de las plantas contra diferentes organismos, entre ellos los ácaros. En este trabajo se evaluó la eficiencia de los extractos vegetales (canela y mostaza) en relación con dos acaricidas (dicofol y pyridaben). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar de 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno más un testigo. Los resultados demostraron que el extracto de canela mostró mayor efecto acaricida arrojando una mortalidad de 99% en su dosis más alta (3000 ppm), mientras que para el extracto de mostaza obtuvimos una mortalidad del 81% en la misma dosis; en el caso de los acaricidas dicofol y pyridaben a 2500 ppm obtuvimos una mortalidad de 92% y 79% respectivamente. La CL₅₀ fue de 215.779, 401.549, 53.041 y 200.223 ppm, para canela, mostaza, dicofol y pyridaben respectivamente, con esto se demuestra que *T. urticae* es susceptible a los extractos vegetales y ha desarrollado una resistencia alta a dicofol.

Palabras clave: Ácaro, plaga, control, resistencia, cultivos

ABSTRACT

The rose bush is a crop of global importance, since from ancient times until today it is offered as a gift and a sign of love, in addition to being the most cultivated ornamental flower in gardens. Our country is an important producer of this flower, allocating 1,676.92 ha to its production, leaving an economic spill of more than 11 million dollars only with exports. The red spider *Tetranychus urticae* (*T. urticae*) is the number one pest in rose bushes, the damage it causes with its feeding causes aesthetic damage to the flower buds and reduces their commercial value, the most used control for this mite in the crops it attacks is through the use of chemical acaricides, since these offer rapid control, efficiency and are cheap, however, this only occurs in the first applications since, due to the misuse of these products *T. urticae* has developed genetic resistance to most of the active ingredients that have been used for its control, in addition, these products are harmful to human health by leaving residues and also have disadvantages in wildlife. A promising alternative for its control are plant extracts, which stand out for their high efficiency due to their secondary metabolites, which are part of the defensive strategies of plants against different organisms, including mites. In this work, the efficiency of plant extracts (cinnamon and mustard) was evaluated in relation to two acaricides (dicofol and pyridaben). A completely randomized experimental design of 4 treatments with 3 repetitions each plus a control was used. The results showed that the cinnamon extract showed a greater acaricidal effect, yielding a mortality of 99% at its highest dose (3000 ppm), while for the mustard extract we obtained a mortality of 81% at the same dose; in the case of the acaricides dicofol and pyridaben at 2500 ppm we obtained a mortality of 92% and 79% respectively. The LC₅₀ was 215,779, 401,549, 53,041 and 200,223 ppm, for cinnamon, mustard, dicofol and pyridaben respectively, which shows that *T. urticae* is susceptible to plant extracts and has developed a high resistance to dicofol.

I. INTRODUCCIÓN

La rosa es considerada la reina de las flores debido a que es la planta más cultivada en los jardines alrededor del mundo, teniendo una enorme importancia en la floricultura y el diseño de espacios verdes (Yong, 2004). México es un importante productor de esta flor, tan solo en 2023 se cortaron más de 9 millones de gruesas, siendo el Estado de México, Morelos y Puebla los mayores productores de esta flor a nivel nacional, con esto se estima que la rosa participa con el 27.2% de la producción nacional de ornamentos en México (SIAP, 2024). Pero como todos los cultivos, la rosa se ve expuesta al ataque de diferentes plagas y enfermedades, siendo uno de los principales la araña roja *T. urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ya que como consecuencia de su alimentación se ve afectada la apertura de los estomas, la calidad de la flor, llegando a reducir la capacidad fotosintética de las hojas del rosal hasta en un 50 % y la pérdida total de estas en infestaciones mayores (Reddy y Baskaran, 2006 y Landeros *et al.*, 2013), durante varios años el uso de acaricidas ha sido la herramienta más utilizada para el control de esta plaga, pero debido al mal uso de estos se ha reportado que *T. urticae* es una de las especies con más casos de resistencia a una gran cantidad de ingredientes activos como lo es la abamectina (Cerna *et al.*, 2009a; Martínez *et al.*, 2015). Ante esta situación diversos investigadores se han dado a la tarea de investigar la actividad insecticida de extractos de plantas para evaluar la resistencia y toxicidad sobre *T. urticae* (Carrillo *et al.*, 2009). El extracto de *Azadirachta indica* es uno de los acaricidas botánicos más utilizados para el control de *T. urticae*, llegando a obtener altas mortalidades en hembras al ser expuestas de 24 a 48 horas (Brito *et al.*, 2006).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar la mortalidad de *T. urticae* mediante bioensayos *in vitro* utilizando dos extractos vegetales y dos ingredientes activos químicos.

1.1.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de los extractos vegetales de *Cinnamomum verum* y *Sinapis alba* sobre la mortalidad de *T. urticae* en condiciones de laboratorio.

Determinar la mortalidad de *T. urticae* con ingredientes activos químicos, dicofol y pyridaben en bioensayos *in vitro*.

1.2 Hipótesis

Al menos uno de los ingredientes activos evaluados obtendrá una mortalidad superior al 50% de *T. urticae*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del Rosal

La rosa perteneciente a la familia de las Rosáceas es en la actualidad la flor ornamental más apreciada en jardinería debido a su insuperable belleza y la amplia variedad de colores (Yong, 2004), siendo principalmente cultivada por sus hermosas flores y su atractivo follaje (Aldana, 1999); los rosales son arbustos leñosos que pueden alcanzar los 3 metros de altura y los rosales trepadores hasta 12 metros, por otro lado la raíz de la rosa es pivotante, vigorosa, profunda y originan numerosas ramificaciones que constituyen las raíces secundarias (Conzuelo, 2019); se ha mencionado que su tallo es leñoso y termina siempre en flor, presentando ramas lignificadas color verde o con tintes rojizos, de crecimiento recto o sarmentoso, con espinas de variadas formas, del tallo se originan las hojas compuestas, que pueden presentar de entre 5 a 9 folíolos de borde aserrado y superficie lisa, de igual manera, el color, el número de pétalos y sépalos de las flores depende de la variedad; las flores de la rosa son completas y periginias, esto le da la característica forma de tasa o copa y lleva inserto en lo alto de los sépalos, pétalos y estambres (Wylter y Kusery, 2001; Yong, 2004).

2.1.1 Importancia del rosal

Las rosas son flores que debido a su forma, color y aroma son conocidas en todo el mundo, siendo una de las más utilizadas al ofrecerlas a manera de presente, además de ser un cultivo ornamental, también se extrae su aceite esencial para su uso en la industria de la perfumería, cosmetología, farmacéutica y al mismo tiempo en la gastronomía para la elaboración de té o infusiones de rosas, que se consideran relajantes (SADER, 2022). En nuestro país se tiene una producción de rosas constante a lo largo del año, en los meses de febrero, mayo y diciembre es cuando se cultiva el 58.4% del total de rosas a nivel nacional, parte de la producción se destina al mercado internacional, en el año 2022, se observó una tendencia

favorable en las exportaciones de rosas, el volumen de venta ascendió al 43.6% de la producción anual y el valor de las exportaciones de rosa en el mismo año ascendió a USD \$11,400,000 millones, de los cuales Estados Unidos generó el 97.2% de esta cifra, siendo nuestro cliente principal (SIAP, 2023).

2.1.2 Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica del rosal según Fainstein Rubén es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Tribu: Roseas

Género: *Rosa*

Especie: *Rosa* sp. Linneo

(Fainstein, 1997)

2.1.3 Principales países productores de rosa

En 2011 los principales países productores de rosa bajo el sistema de invernadero eran Italia ocupando 1,000 ha de invernaderos, Holanda con 920 ha y Francia con 540 ha (Xotla y Ruiz, 2012). Sin embargo, para el año 2023 los países con mayor producción a nivel mundial fueron Países Bajos, Ecuador y Kenia, siendo los principales países exportadores de rosa (ITC, 2024).

2.1.4 Producción de rosa en México

México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en superficie plantada con ornamentales con 23,417 ha, de las cuales el 75% se cultiva en campo abierto y el 25% en viveros o invernaderos (SAGARPA, 2011). De esta superficie 1,676.92 ha corresponden al cultivo del rosal, y solo en 2023 se cortaron más de 9 millones de gruesas, el Estado de México es el mayor productor de esta flor a nivel nacional, en 2023 destinaron 861.51 ha para su siembra, con más de 7 millones de gruesas cortadas, de las cuales cerca de 4 millones fueron cortadas solo en el municipio de Villa Guerrero, en segundo lugar, está el estado de Morelos donde se cortaron más de 698 mil gruesas y en tercer lugar, Puebla con arriba de 603 mil gruesas cortadas; en conjunto producen el 99.5% de la producción nacional, lo cual permite una mayor oferta (SIAP, 2024).

2.1.5 Enfermedades y plagas del rosal

La rosa es susceptible a un gran número de enfermedades, una de las enfermedades más destructivas que se le presenta es la cenicilla *Podosphaera pannosa*, esta infecta todas las partes aéreas de la planta y provoca la distorsión de hojas y defoliación prematura, ocasionando pérdidas económicas significativas en la producción y calidad (Domínguez *et al.*, 2016). Algo semejante ocurre con la mancha negra del rosal ocasionada por el ascomiceto *Diplocarpon rosae*, presentando manchas negras necróticas oscuras y circulares en las hojas, a menudo rodeado de áreas cloróticas y defoliación temprana, posicionándola, como una enfermedad devastadora y generalizada para el rosal, las plantas gravemente afectadas a menudo mueren si la enfermedad persiste durante las temporadas posteriores (Blechert y Debener, 2005). Otro problema importante durante toda la producción es el Moho gris, causado por *Botrytis cinerea*, el hongo se desarrolla principalmente en la flor y daña la estética de esta (Martínez, 2011). Por otro lado, las plagas de mayor importancia del rosal son el pulgón *Myzus persicae*, ya que puede transmitir virus causantes de enrollamiento, amarillamiento, deformación de

las hojas y sobre sus excretas crecen hongos saprofitos responsables de la fumagina, esta misma reduce el área foliar fotosintéticamente activa (Fustamante, 2019). Los trips *Frankliniella occidentalis* afectan la calidad del botón floral, ocasionando daños de distorsión del pétalo y succión del contenido celular y por su efecto un deterioro de la calidad estética del botón, los trips representan la segunda plaga más importante del rosal (Robles *et al.*, 2011), siendo la plaga número uno del rosal la araña roja *T. urticae*, dado que, cuando no se lleva a cabo un manejo adecuado de esta plaga, baja la calidad de la flor y su producción hasta un 80% (Flores *et al.*, 2011).

2.2 Araña roja *T. urticae* K.

La araña de dos manchas o arañita roja *T. urticae* es miembro de la familia Tetranychidae y es una plaga fitófaga muy importante en los cultivos bajo invernadero, es catalogada como una de las especies que más daños ocasiona en la agricultura considerando que se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo, en cualquier parte donde halla cultivos de tipo alimenticio, industrial y ornamental, sin embargo, prefiere las zonas templadas (Jeppson, 1975). Este ácaro ataca a más de 150 especies de plantas hospederas de importancia económica, destacando su daño en los cultivos ornamentales debido a que un mínimo daño en cualquier estructura afecta fuertemente la calidad, perdiendo su valor comercial (Flores *et al.*, 2007; Cerna *et al.*, 2009b). En el Estado de México se ha reportado la presencia de *T. urticae* en la zona productora de flores ornamentales causando graves daños debido a la resistencia que ha desarrollado por diversos factores (Martínez *et al.*, 2015).

2.2.1 Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica de *T. urticae* es la siguiente:

Reyno: Animalia

Phyllum: Artrópoda

Subphyllum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acari

Orden: Prostigmata

Familia: Tetranychidae

Género: *Tetranychus*

Especie: *T. urticae* Koch

(FAO, 2013)

2.2.2 Morfología

Los adultos tienen un tamaño de entre 0.4 y 0.6 mm, siendo las hembras de forma esférica y de mayor tamaño que los machos, estos son de forma elíptica con largas patas, con una coloración más pálida y sus manchas son casi perfectas, su cuerpo está dividido en dos partes gnatosoma e idiosoma; en la parte anterior o gnatosoma se encuentran los dipalpos, los quelíceros y en la parte posterior o idiosoma se encuentran los cuatro pares de patas junto con los órganos internos (Rodríguez, 2021).

2.2.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida puede durar de 6 a 30 días en completarse, pasando por cinco estadios; comienza con un huevo de forma globosa de color cristalino que tarda de 2 a 4 días en eclosionar, de este eclosiona una larva, característicamente hexápoda, color blanco con tres pares de patas, que se convierte luego en ninfa; en este estado que dura en promedio 2.30 días, ocurren dos fases, protoninfa y deutoninfa (Flores *et al.*, 2011 y Yáñez, 2014). Los ácaros en estado adulto se pueden observar a simple vista como puntos amarillentos o rojizos en el envés de las hojas, entre un estado y otro se presenta un periodo quiescente o de reposo conocida como protocrisis, deutocrisis y teliocrisis, en estas etapas de reposo se separa el exoesqueleto del ácaro y de esta manera puede incrementar su tamaño y llegar a la etapa de adulto (Romero, 2022). *T. urticae* tiene una alta tasa reproductiva, ya

que una hembra adulta puede ovipositar más de 300 huevos en todo su desarrollo biológico, su reproducción puede ser sexual y por partenogénesis arrenotoca, quiere decir que los huevos no fecundados o haploides dan lugar a machos, mientras que los fertilizados o diploides dan lugar hembras (Rodríguez, 2021).



Figura 1: Ácaro adulto de *T. urticae* junto a huevecillos
Foto tomada durante el período de evaluación.

2.2.4 Daños

T. urticae afecta especialmente a los cultivos ornamentales teniendo en cuenta que al dañar cualquier estructura afecta fuertemente su calidad perdiendo su valor comercial, principalmente las hojas afectadas presentan manchas finas blanco-amarillentas, enseguida aparecen telarañas en el envés y con infestaciones mayores a 15 individuos por hoja el daño es devastador produciendo la caída total de las hojas (Landeros *et al.*, 2004; Flores *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2015). Los daños se producen porque se alimenta principalmente del mesófilo, lo cual reduce significativamente la resistencia estomática y la tasa respiratoria, además trae por consecuencia severas afectaciones en la tasa de absorción energética de la planta, con los consecuentes daños a la planta por la alimentación directa, ya que reduce el área de actividad fotosintética y causa abscisión en la hoja (Flores *et al.*, 2011).

2.2.5 Control preventivo y cultural

Dentro del control preventivo tenemos prácticas agronómicas culturales que se utilizan para prevenir el desarrollo y reproducción de las poblaciones de *T. urticae*; entre las actividades que se utilizan para su prevención esta la destrucción de residuos y rastrojo, control de la densidad de siembra, poda o remoción de partes infestadas, barreras físicas y trampas, siendo esta última una de las más utilizadas (Morrillo, 2020).

2.2.6 Control biológico

El control biológico consiste principalmente en la acción de depredadores biológicos que ayudan a reducir las poblaciones, el ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis*, es el enemigo natural más importante para controlar a *T. urticae* y ha sido introducido en muchos cultivos de todo el mundo, este ácaro depredador fue el primer agente de control biológico empleado en invernaderos y actualmente aún sigue siendo muy eficaz, sin embargo, bajo condiciones secas y cálidas, tiene dificultad para mantener a las colonias de araña roja bajo control; otro enemigo natural que se utiliza para el control de este ácaro es *Amblyseius californicus*, que es tolerante a temperaturas más altas, humedades relativas más bajas y a plaguicidas (Bravo, 2018).

2.2.7 Control químico

La herramienta más utilizada desde hace ya mucho tiempo para el control de *T. urticae* es el control químico, dado que, es una herramienta barata, de fácil manejo y da buenos resultados en las primeras aplicaciones, el acaricida químico más utilizado es la avermectina cuyo ingrediente activo es la abamectina, sin embargo, este producto deja residuos tóxicos, afecta a los consumidores, productores, intoxica a mamíferos, destruye la fauna silvestre y su uso inapropiado ha ocasionado un elevado desarrollo de resistencia (Cerna *et al.*, 2009).

2.2.8 Resistencia de *T. urticae*

La resistencia genética de *T. urticae* está ampliamente demostrada a nivel mundial, superando los 460 casos reportados, como se ha mencionado antes, esto es debido al uso excesivo e irracional de acaricidas químicos, sumado a su alta tasa reproductiva, ciclo de vida corto y reproducción arrenotoca (Romero, 2022). Entre los ingredientes activos a los cuales este ácaro ha desarrollado resistencia, se encuentra la abamectina, siendo este uno de los más utilizados para el control de *T. urticae* desde años anteriores, investigadores informaron que la resistencia a la abamectina en poblaciones de este ácaro está asociada a una elevada actividad de esteras y del citocromo P450 (Kwon *et al.*, 2010). En el estado de Guanajuato se ha reportado resistencia del ácaro a este ingrediente activo a dosis muy bajas en el cultivo de fresa (Cerna *et al.*, 2009b). Mientras tanto en la producción de rosa del estado de México se han encontrado niveles altos de resistencia a clorfenapir, amitraz, bifentrina y propargita (Aguilar *et al.*, 2011).

2.3 Extractos vegetales

2.3.1 Control de plagas

El desarrollo de resistencia ha hecho que se busquen otras alternativas de control y el empleo de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades constituye una alternativa promisorio, debido a su elevada efectividad, bajo costo y no ser contaminantes del ambiente (Rodríguez *et al.*, 2000). Los extractos se caracterizan por la presencia de metabolitos secundarios, los cuales forman parte de las estrategias defensivas de las plantas, con capacidad de control de diversos grupos de organismos que causan daños a los cultivos como lo son ácaros, nematodos, bacterias, hongos, virus e insectos (Rodríguez, 2021). Los metabolitos secundarios pueden afectar la fisiología, crecimiento y desarrollo de los insectos y ácaros ya que funcionan como reguladores de crecimiento, inhibidores de alimentación, repelencia, inhibidores de oviposición, inhibidores de la muda y de la

formación de quitina (Erdogan y Betun, 2017). El efecto insecticida de varios extractos vegetales ha sido ampliamente estudiado sobre poblaciones de *T. urticae* en sus diferentes estados. *Azadirachta indica*, es la especie más estudiada en todo el mundo por su actividad plaguicida y presenta actividad tóxica sobre este ácaro, se ha probado su extracto acuoso sobre ácaros adultos, obteniendo resultados favorables, simultáneamente, el extracto de ramas de *Trichilia pallida* provocaron índices de mortalidad muy altos en diferentes estados biológicos (Castiglioni *et al.*, 2002). Un estudio indico que los extractos de *Haplophyllum tuberculatum*, *Deverra scoparia*, *Mentha pelegium*, *Chrysantemum coronarium*, *Hertia cheirifolia*, *Citrus aurabtium* y *Santolina africana* fueron efectivos al reducir significativamente la densidad poblacional de *T. urticae* (Attia *et al.*, 2011).

2.4 Canela (*Cinnamomum zeylanicum*)

2.4.1 Generalidades

La canela *C. zeylanicum*, es un árbol de hoja perenne de la familia Lauraceae, es también conocida como canela verdadera, canela de Ceilán o canela mexicana, principalmente cultivada por su corteza aromática ampliamente utilizada en la cocina y medicina tradicional debido a sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas, antisépticas, entre otras, es una de las especies más antiguas reportadas en la literatura desde hace más de 400 años (Olivo, 2023). Su árbol crece fácilmente en condiciones tropicales, en diferentes tipos de suelo y puede alcanzar los 15 m de altura (Mateo, 2021).

2.4.2 Compuestos químicos

En la composición química de la corteza de canela se encuentra el cinamaldehído y eugenol, entre un 65% a 75%, siendo estos los principales compuestos fitoquímicos de la canela, el cinamaldehído es el componente principal al que se le atribuyen la mayoría de las propiedades medicinales de la canela; dona átomos de

hidrógeno a los radicales libres y previene el estrés oxidativo y los trastornos asociados como inflamación, diabetes y cáncer, al mismo tiempo, es un reservorio rico de más fitocompuestos de varias clases como monoterpenos, diterpenos, sesquiterpenos, hidrocarburos oxigenados, polifenoles, entre otros, sin embargo, los principales compuestos identificados en esta especie vegetal pertenecen a dos clases químicas principales: polifenoles y fenoles volátiles (Olivo, 2023).

2.4.3 Actividad plaguicida

Los extractos, aceites naturales y componentes de la canela muestran actividad, fungicida, antibacteriana, insecticida y acaricida; en el caso de hongos es utilizado como un excelente fungicida, siendo muy efectivo y ampliamente utilizado sobre los hongos que atacan ampliamente el follaje de los cultivos, debido a que es rico en fenol, el cual inhibe el desarrollo de hongos y bacterias (Pazmiño, 2016). El aceite de canela ejerce un efecto repelente contra determinadas especies de mosquitos, en un estudio se encontró que un repelente formulado con 10.5% de aceite de canela, junto con eugenol, aceite de geranio, menta y aceite de limoncillo repelió las especies de mosquitos *Aedes albopictus* y *Culex pipiens* (Revay *et al.*, 2013). El aceite esencial de hojas de *C. zeylanicum* demostró actividad acaricida sobre *Psoroptes cuniculi* siendo el cinamaldehído y el benzaldehído salicilaldehído los componentes más eficaces (Baker y Grant, 2018).

2.5 Mostaza (*Sinapis alba*)

2.5.1 Generalidades

La mostaza *S. alba* comúnmente conocida como mostaza amarilla o blanca es una planta de ciclo anual de la familia Brassicaceae, que se encuentra distribuida en zonas templadas del mundo, su semilla se utiliza como un tipo de medicina tradicional y condimento alimentario, también se cultiva por el aceite de sus semillas, como forrajera y por sus hojas que pueden comerse como verdura (Chango, 2018).

Crece alrededor de 80 cm, sin embrago, puede convertirse en un gran arbusto, es una planta desordenada, con abundantes ramas, posee raíz delgada y fusiforme, con tallos erectos, sus hojas son de color verde oscuro en forma de lanza; sus flores son amarillas, redondas de sabor intenso, además, los frutos son en cápsula y sus diminutas semillas son de 1 mm de largo (SIAP, 2024).

2.5.2 Compuestos químicos

Como miembro de la familia Brassicaceae, la mostaza contiene muchos compuestos llamados glucosinolatos, la semilla de mostaza amarilla contiene “sinalbina”, mientras que las semillas de mostaza parda y negra contienen “sinigrina”, estos se encuentran de forma natural en las plantas de esta familia y son parte de su mecanismo de defensa frente a insectos; los glucosinolatos pueden presentarse junto con la enzima que los puede hidrolizar, estos son responsables de los olores y sabores característicos de los productos de mostaza (Mejía *et al.*, 2015). La toxicidad de los glucosinolatos en dosis elevadas es atribuida a la actividad de sus derivados hidrolizados: los isotiocianatos (ITC), tiocianatos, oxazolidinonas y los nitrilos (Traka y Mithen, 2009). Los ITC son obtenidos de la acción hidrolítica de la enzima endógena mirosinasa en los glucosinolatos y poseen una potente actividad biocida contra algunos microorganismos (Peng *et al.*, 2014).

2.5.3 Actividad plaguicida

Estudios realizados han demostrado que el extracto de mostaza funciona como bioplaguicida bajo condiciones *in vitro* de *Fusarium graminearum*, lo que indica que el extracto puede favorecer el control de enfermedades causadas por este hongo (Cerna *et al.*, 2023). De igual manera, algunos investigadores reportan que los ITC de *S. alba* permiten la reducción en poblaciones de nematodos (Pérez, 2023).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del trabajo

Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, México.

3.2 Colecta y establecimiento de la colonia de *T. urticae*

Se colectaron foliolos de rosales infestados por *T. urticae* provenientes del vivero Fertiflor ubicado en el municipio de Atlixco del estado de Puebla para utilizarlos como población susceptible. El establecimiento de la colonia se realizó sobre rosales, los cuales fueron puestos dentro de cajas entomológicas, cubiertas de agribón para mantener a las arañas dentro y como fuente de alimento de estas.

3.3 Tratamientos

Se evaluaron cuatro productos acaricidas, dos extractos vegetales y dos acaricidas químicos, de cada producto se evaluaron diferentes dosis (Cuadro 1).

Cuadro 1: Productos evaluados

No.	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis (Ppm)
1	<i>C. zeylanicum</i>	Cinnax	
2	<i>S. alba</i>		
3	Dicofol	Kelthane MF	3000, 2500, 1500, 700 y
4	Pyridaben	Pyramite	100

3.4 Bioensayos *in vitro*

La evaluación de susceptibilidad de los tratamientos se realizó mediante bioensayos empleando el método de prueba de susceptibilidad del IRAC 003 (Versión 3, septiembre 2009) con ligeras modificaciones. Para la preparación de las soluciones, se utilizaron 100 ml de agua destilada en los extractos e ingredientes activos con las concentraciones en ppm (Cuadro 1). El experimento consistió en cortar folíolos de rosal infestados de *T. urticae*, los cuales se sumergieron en las soluciones antes mencionadas por un tiempo de 15 segundos, luego se dejaron secar sobre papel absorbente hasta no observar exceso de solución, finalmente los folíolos fueron colocados en papel húmedo dentro de cajas Petri. Cada tratamiento contaba con 3 repeticiones, además, de un testigo absoluto que únicamente contenía agua destilada estéril. Tomando como criterio de mortalidad la respuesta al estímulo con un pincel, la mortalidad de *T. urticae* se evaluó a las 24 horas.

3.5 Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos se aplicó una corrección de mortalidad con la fórmula de Henderson y Tilton (1955). Los resultados se sometieron a un análisis PROBIT en el programa estadístico SAS (Statistical Analysis Software) versión 9.0 para determinar la concentración letal media (CL₅₀) para cada uno de los ingredientes activos evaluados, además se realizó un análisis ANOVA para evaluar la mortalidad de *T. urticae*.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 podemos observar que en las mortalidades del extracto de canela el tratamiento de 3000 ppm presentó la mortalidad más alta con un 99% de eficiencia en comparación con el tratamiento químico, sin embargo, el tratamiento de canela a 2500 ppm también mostró una mortalidad de 89% dato muy similar a los tratamientos químicos de 1500 y 2500 ppm los cuales presentaron un 87 y 92% respectivamente de mortalidad, con esto nos podemos dar cuenta que con una diferencia de 500 ppm podemos obtener una mortalidad de casi el 100% con un extracto vegetal. Respecto al extracto de canela, los resultados de este trabajo son más altos a los obtenidos por Guaras y Lanchimba (2024) quienes en un periodo de 24 horas obtuvieron una mortalidad de 52% al evaluar una infusión de canela en adultos de *T. urticae*, esta diferencia de porcentaje se puede deber a la forma de aplicación. Los niveles de mortalidad que dicofol produjo son más altos en comparación con lo reportado por Flores *et al.* (2007) quienes obtuvieron una mortalidad de 78.5% a las 24 h, valor que clasifica a la población como sensible de acuerdo con Saito *et al.* (1983), quienes señalan que una población es susceptible cuando la mortalidad es menor a 43%.

Cuadro 2: Mortalidad de *T. urticae* expuestas al extracto de canela y al ingrediente activo Dicofol.

Concentraciones	Canela	Concentraciones	Dicofol
3000	99.00 a	2500	92.00 a
2500	89.00 b	1500	87.00 b
100	32.00 c	100	59.00 c

El porcentaje de mortalidad del extracto de mostaza y el acaricida pyridaben se observan en el cuadro 3. Donde se aprecia que la mortalidad del extracto de mostaza a 3000 ppm presentó un 81% de mortalidad y los tratamientos de 700 y

2500 ppm superaron ligeramente el 50% de mortalidad siendo los más bajos. También se observó que el tratamiento químico manifestó un 79% de mortalidad a 2500 ppm siendo el valor más alto de las concentraciones químicas, a comparación de las dosis de 700 y 1500 ppm que mostraron una mortalidad del 53 y 68% respectivamente. No se encontraron estudios de *S. alba* donde reporten el porcentaje de mortalidad sobre ácaros fitófagos, sin embargo, en una investigación realizada por Brito *et al.* (2006) el extracto de *Azadirachta indica* arrojó mortalidades que van desde el 6.3 al 97% en hembras de *T. urticae* después de 24 a 48 horas aplicado el tratamiento. Los valores obtenidos en este trabajo de pyridaben son menores a los reportados por Flores *et al.* (2007) quienes obtuvieron 97.6% de mortalidad a las 84 horas, sin embargo, hay una diferencia muy grande en el periodo de evaluación, con una diferencia de 60 horas.

Cuadro 3: Mortalidad de *T. urticae* ante el extrato de mostaza y el acaricida Pyramite.

Concentraciones	Mostaza	Concentraciones	Pyramite
3000	81.00 a	2500	79.00 a
2500	65.00 b	1500	68.00 b
700	59.00 c	700	53.00 c
100	32.00 d	100	47.00 d

En la tabla 4, se muestran los resultados para las poblaciones de *T. urticae* con relación a los extractos y acaricidas mencionados. En lo que respecta al extracto de canela el resultado obtenido en este trabajo presentó una CL₅₀ 215.779 ppm que está por debajo a lo que obtuvo Romero (2022) quien reportó una CL₅₀ de 300.88 ppm en una línea susceptible, mientras que Rezaei, (2013) obtuvo una CL₅₀ menor cuando aplicaron aceites esenciales de *C. zeylanicum* en ácaros hembra adultos reportando 23.39 µl/L de aire. La CL₅₀ que obtuvimos con el extracto de mostaza

fue de 401.549 ppm, siendo este resultado más bajo a lo reportado por Gerónimo (2018) quien en una evaluación de actividad biológica de extractos vegetales contra *T. urticae*, entre ellos el extracto de *S. alba* obtuvo una CL₅₀ de 558.31 ppm. Asu vez el extracto de mostaza ha sido evaluado en otros organismos tal como lo reportaron Cerna *et al.* (2023) quienes obtuvieron una DL₅₀ de 1451 ppm sobre el crecimiento micelial de *Fusarium graminearum* que ocasiona marchitamiento y pudrición de raíces. En el caso de dicofol, presentó una CL₅₀ de 53.041 ppm concordando con el resultado obtenido por Cerna *et al.* (2009a) quienes reportaron una CL₅₀ de 52.9 ppm al evaluar el grado de resistencia de diferentes acaricidas, con esto concluyeron que *T. urticae* ha desarrollado cierto grado de tolerancia a este ingrediente activo, sin embargo, estos resultados son más altos a lo reportado por Dennehy y Granett (1984) los cuales obtuvieron una CL₅₀ de 18 ppm. Los valores de pyridaben obtenidos en este trabajo fueron de 200.223 ppm y difiere a lo reportado por Badawy *et al.* (2022) quienes al evaluar la acción tóxica sobre huevos *T. urticae* obtuvieron una CL₅₀ de 9550,54 mg/L. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis Probit, dicofol fue el tratamiento con una menor CL₅₀, con 53.041 ppm, lo cual demuestra la alta toxicidad de este compuesto para *T. urticae*, por otro lado, los valores más elevados de CL₅₀ se obtuvieron con canela y mostaza, lo cual indica que a pesar de que ambos tienen algún grado de toxicidad para *T. urticae*, éste sigue siendo menor a los tratamientos químicos.

Cuadro 4: Estimación de la CL₅₀ de *T. urticae* tratados con dos extractos y dos acaricidas

Tratamiento	CL 50	Limites fiduciales	Ec. predicción	P-valor
Canela	215.779	--	Y= -3.3287+1.4261	<0.0001
Mostaza	401.549	--	Y= -1.9817+0.7611	<0.0001
Dicofol	53.041	15.712-105.706	Y= -1.3953+0.8090	<0.0001
Pyridaben	200.223	--	Y= -1.2918+0.5613	0.0066

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que *T. urticae* presentó mayor susceptibilidad a los extractos de canela y mostaza alcanzando mortalidades casi del 100%. Los ingredientes activos químicos dicofol y pyridaben fueron los que presentaron la CL_{50} más bajas, sin embargo, debemos considerar que estos productos al utilizarlos constantemente tienden a generar resistencia. Con los resultados obtenidos en esta investigación concluimos que los extractos vegetales son una alternativa al uso de acaricidas, pues con dosis similares podemos obtener mortalidades incluso más altas.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Medel, S., Díaz-Gómez, O., Rodríguez-Maciel, J. C., González-Camacho, J. E., García-Velasco, R., Martínez-Carrillo, J. L. y Reséndiz-García, B. (2011). Resistencia de *Tetranychus urticae* Koch a acaricidas usados en la producción de rosal de invernadero en México. *Southwestern Entomologist*. 36(3): 363-371.
- Aldana, N, Evaluación de las características morfológicas de treinta y uno variedades de rosa, *Rosa* sp. (1999). Tesis de Diploma. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, 120 p.
- Attia, S., Grissa, K. L., Zeineb, G. G., Mailleux, A. C.; Lognay, G. y Hance, T. (2011). Assessment of the acaricidal activity of several plant extracts on the phytophagous mite *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) in Tunisian citrus orchards. *Bulletin S. R. B. E. / K. B. V. E.* 147, 71-79.
- Badawy, M.E.I., Mahmoud, M.S. y Khattab, M.M. (2022). Toxicity, joint action effect, and enzymatic assays of abamectin, chlorfenapyr, and pyridaben against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *JoBAZ.* 83 (22). <https://doi.org/10.1186/s41936-022-00287-6>
- Baker, B. P., & Grant, J. A. (2018). Cinnamon and cinnamon oil profile, Active ingredient eligible for minimum risk pesticide use. Publications (NYS Integrated Pest Management Program), Cornell Cooperative Extension.
- Blechert, O. y Debener, T. (2005). Caracterización morfológica de la interacción entre *Diplocarpon rosae* y varias especies de rosas. *Plant Pathology*. 54 (1): 82-90. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2004.01118.x
- Bravo, V., J. A. (2018). Evaluación de la Efectividad Biológica del Acaricida Amitraz para el Control de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) en Hojas de Rosal. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 45 p.

- Brito, H. M.; M. G. C. Gondim; J. V. De Oliveira y C. A. G. Da Câmara. (2006). Toxicidade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao acarorajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*. 35: pp 500-505.
- Carrillo, R. J. C., B. Hernández C., J.L. Chávez S.; A.M. Vera G. y C. Perales S. (2009). Efecto de extractos vegetales sobre la mortalidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae), en laboratorio. *J. Interamer. Soc. Trop. Hort*. 53: 154-157.
- Cerna, C., E., Malacara, H., I. del R., Ochoa, F., Y. M., y Hernández, J., A. (2023). Evaluación in vitro de extractos vegetales adicionados con nanopartículas para el control de *Fusarium oxysporum*. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*.10 (2): 1-7.
- Cerna, C., E.; J. Landeros; Y. M. Ochoa F.; J. J. Luna R.; O. Vázquez M. y O. Ventura L. (2009a). Tolerancia del ácaro *Tetranychus urticae* Koch a cuatro acaricidas de diferente grupo toxicológico. *Investigación y Ciencia*. 17 (44): 4-10.
- Cerna, E.; Y. Ochoa; L. Aguirre; M. Badii; G. Gallegos y J. Landero. (2009b). Niveles de resistencia en poblaciones de *Tetranychus urticae* en el cultivo de la fresa. *Rev. Colom. Etomol*. 35 (1): 52-56.
- Chango, C., L. F. (2018). APLICACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE PALO BOBO (*Nicotiana glauca*), CLAVEL CHINO (*Tagetes patula*) Y MOSTAZA (*Sinapis alba*) PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*). Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 53 p.
- Conzuelo, M., J. L. (2019). DIAGNÓSTICO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DEL ROSAL (*Rosa* sp.). Tesis de Licenciatura. Universidad Abierta y a Distancia de México. 67 p.

- Dennehy, T. J. y Granett, J. 1984. Spider mite resistance to dicofol in San Joaquin Valley cotton: Inter and intraspecific variability in susceptibility of three species of *Tetranychus*. *Journal of Economic Entomology* 77 (6): 1381-1385.
- Domínguez, S., D., García, V., R., Mora, H., M. E. y Salgado, S., M. L. (2016). Identificación y alternativas de manejo de la cenicilla del rosal. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 34 (1): 22-42.
- Erdogan, P. y Betun, S. (2017) Acaricidal Activity of Extracts of *Juglans regia* L. On *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Food Science and Engineering*. 7: 202-208.
- Fainstein, R. (1997). Manual para el cultivo de rosas en Latinoamérica. Editorial Ecuaooffset, Quito. 247 p.
- FAO. (2013). Ecología del acaro en los cultivos de flores. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Flores, C., R.J.; R. Mendoza V.; J. Landeros F.; E. Cerna C.; A. Robles B. y N. Isiordia A. (2011). Caracteres morfológicos y bioquímicos rosa x híbrida contra *Tetranychus urticae* Koch en invernadero. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2 (3)
- Flores, F., A; Silva, A., G; Tapia, V., M. y Casals, B., P. (2007). Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Colectada en *Primula obconica* Hance y *Convolvulus arvensis* L. a Acaricidas. *Agric. Téc.* 67 (2)
- Fustamante, B., N. (2019). PLAGAS EN EL CULTIVO DE ROSA (*Rosa canina* L.) var. Freedom EN INVERNADERO EN EL DISTRITO DE JESÚS – CAJAMARCA. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional De Cajamarca. Cajamarca, Perú. Pp 3-7.
- Geronimo, U., E. (2018). Potencialización de Extractos Vegetales en el Manejo de Plagas Tolerantes a Plaguicidas Sintéticos. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 107 p.

- Guaras, C., S. V. y Lanchimba, A., C. L. (2024). USO DE LA CANELA (*Cinnamomum verum*) Y MOLLE (*Schinus molle* L.) PARA EL MANEJO DE *Tetranychus urticae* EN UNA VARIEDAD DE Rosa spp DE EXPORTACIÓN EN EL ECUADOR. Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador. 51 p.
- Henderson, C. F. y Tilton, E. W. (1955). Test with acaricides against the brown wheat mite. J. Econ. Entomol. 48(2): 157-161.
- International Trade Center (ITC). (2024). Trade Map. [en línea] <https://www.trademap.org/Index.aspx> [consultada: 29 noviembre 2024].
- Jeppson, L. R., H. H. Keifer, y E. W. Baker. (1975). Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. 614 pp.
- Kwon, D.H., Seong, G.M., Kang, T.J. y Lee, S.H. (2010). Multiple resistance mechanisms to abamectin in the two-spotted spider mite. J. Asia Pac. Entomol. 13 (3): 229–232.
- Landeros F. J., E. Cerna C., L. A. Aguirre U., R. Flores Canales y Y. M. Ochoa F. (2013). Demographic parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on four Rosa spp. cultivars. Florida Entomologist. 96(4): 1508-1512.
- Landeros, J., Guevara, L., Badii, M. y Pámanes, A. (2004). Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO₂ assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. Exp Appl Acarol 32, 187–198. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000021788.07667.6b>
- Martínez, G., J. F. (2011). Control químico de moho gris (*Botrytis cinerea*) en postcosecha en rosal. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Martínez, J., O.A.; M.D. Salas A.; E. Salazar S.; M. Preciado R. y C.M. Bucio V. (2015). Control de la araña rojas (*Tetranychus urticae* Koch) (Acari: Tetranychidae) en rosal (*Rosa sp.*) bajo condiciones de invernadero. Entomología Mexicana. 2: 429-434.

- Mateo, V., L. H. (2021). ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE CANELA (*CINNAMOMUM ZEYLANICUM*). Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica Centroamericana. Tegucigalpa, Honduras. Pp 28-30.
- Mejía-Garibay, B., Guerrero-Beltrán, J. A. Palou, E. y López-Malo, A. (2015). Características físicas y antioxidantes de semillas y productos de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 65 (2): 128-135.
- Morillo, H., C. V. (2020). EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL ÁCARO (*Tetranychus urticae*) EN EL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.) EN CAYAMBE, PICHINCHA. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 113 p.
- Morra, M. J., Popova, I. E., y Boydston, R. A. (2018). Bioherbicidal activity of *Sinapis alba* seed meal extracts. *Industrial crops and products*, 115, 174-181.
- Olivo, C., S. (2023). Síntesis verde de nanopartículas de oro y plata con actividad antibacteriana usando extractos vegetales de canela, café y jengibre. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma De Puebla (BUAP). Puebla, Puebla. 97 p.
- Pazmiño, M., N. P. (2016). EL USO DE EXTRACTO NATURAL DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum*) Y COLA DE CABALLO (*Equisetum arvense* L.) PARA EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria ananassa*). Tesis de Maestría. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 113 p.
- Peng, C., Zhao, S. Q., Zhang, J., Huang, G. Y., Chen, L. Y., y Zhao, F. Y. (2014). Chemical composition, antimicrobial property and microencapsulation of Mustard (*Sinapis alba*) seed essential oil by complex coacervation. *Food chemistry*, 165, 560-568.

- Pérez, R., J. M. (2023). Evaluación de Extractos Botánicos para el Control de Hongos Fitopatógenos en el cultivo de Maíz Forrajero (*Zea mays*). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 52p.
- Reddy, G.V.P. y P. Baskaran. (2006). Damage potential of the spider mite *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae) on four varieties of eggplant. Kenya. International Journal of Tropical Insect Science. 26: 48-56.
- Revay, Edita E., Amy Junnila, Rui-De Xue, Daniel L. Kline, Ulrich R. Bernier, Vasiliy D. Kravchenko, Whitney A. Qualls, Nina Ghattas y Günter C. Müller. (2013). "Evaluation of Commercial Products for Personal Protection against Mosquitoes." Acta Tropica 125 (2):226–30. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.10.009>.
- Rezaei, R., Karimi, J., Abbasipour, H. y Askarianzadeh, A. (2013). Efectos subletales del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* Blume sobre la esperanza de vida (ex) y la fertilidad específica de la edad (mx) del ácaro araña de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Archivos de Fitopatología y Protección Vegetal, 47(8): 900–905. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.825421>
- Robles, B., A., Santillán, O., C., Rodríguez, M., J. C., Gómez, A., J. R., Isiordia, A., N. y Pérez, G., R. (2011). TRAMPAS TRATADAS CON *Pimpinella anisum*, COMO ATRAYENTE DE TRIPS (Thysanoptera: Thripidae) EN ROSAL. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3: 555-563.
- Rodríguez, C., M.M. (2021). Obtención y evaluación de actividad ovicida de extractos vegetales en *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Tesis de Maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Puebla, Puebla. 70 p.
- Rodríguez, T., A.; D. Morales y M.A. Ramírez. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento In Vitro de hongos fitopatógenos. Cultivos Tropicales. 21 (2): 79-82.

- Romero, P., L. (2022). Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a acaricidas y su correlación con enzimas detoxificativas. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 36 p.
- Roya, R., Jaber, K., Habib, A. y Alireza, A. (2013). Sublethal effects of essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* Blume on life expectancy (ex) and age-specific fertility (mx) of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Faculty of Agricultural Sciences, Department of Plant Protection, Shahed University, Tehran, Iran. 47(8): 900-905.
- SAGARPA. 2011. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Boletín 042/09. [en línea] (<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/2011/mayo/Documents/B0422011.pdf>). [consultada]: 15 de octubre de 2024.
- Saito, T., K. Tabata, and S. Kohno. 1983. Mechanisms of acaricide resistance with emphasis on Dicofol. p. 429-444. In Georghiou, G.P. and T. Saito. (eds.). Pest resistance to pesticides. Plenum Press, New York, USA.
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2022). Las rosas, más que ornamentales. [en línea]. <https://www.gob.mx/agricultura/cdmx/articulos/las-rosas-mas-que-ornamentales?idiom=es>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). Panorama agroalimentario 2023. [en línea] https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2023/Panorama-Agroalimentario-2023 [consultada: 20 noviembre 2024]
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). Avance de Siembras y Cosechas. [en línea] <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [consultada: 10 octubre 2024]
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). Mostaza. [en línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726691/Mostaza_web.pdf [consultada: 29 noviembre 2024]

- Traka, M. y Mithen, R. (2009). Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochemistry Reviews*. 8(1): 269-282.
- Weyler y Kusery, E. W. (2001). Propagation of roses from cuttings. *Hort. Science*. 15 (1): 85-86.
- Xotla, M. y Ruiz, R. (2012). Producción y Comercialización de Roda de Corte en el Rancho “Los Morales” de Tenancigo, edo. De México, Tesis Licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus Jalapa. Veracruz, México.
- Yáñez M., P., Escoba, A., Molina, C., & Zapata, G. (2014). COMPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD ACARICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Ocimum basilicum*, *Coriandrum sativum* Y *Thymus vulgaris* CONTRA *Tetranychus urticae*. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 19 (1), 21-33.
- Yong, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos Tropicales*. 25 (2): 53-6.