

**Evaluación de biopesticidas comerciales para el control de ácaros de la familia
Tetranychidae, una plaga de *Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae).**

Fabián Darío Rodríguez Giraldo

Sandy Yadira Torres Martínez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Bogotá - Colombia

2019

**Evaluación de biopesticidas comerciales para el control de ácaros de la familia
Tetranychidae, una plaga de *Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae)**

Fabián Darío Rodríguez Giraldo

Sandy Yadira Torres Martínez

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Agrónomo

Director trabajo de grado

Jordano Salamanca

Ingeniero Agrónomo PhD en entomología.

Profesor Programa de Agronomía

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Bogotá - Colombia

2019

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946: “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado”

Este trabajo lo dedicamos:

A mi amada madre Rosa helena Giraldo que, aunque no viva, su amor, sus palabras de aliento y motivación no me dejaban decaer para que continuara el camino, fuera perseverante y saliera adelante. Rodríguez Giraldo, F

A mi querido padre José Rodríguez y familia en general que siempre han estado incondicionalmente para ayudarme a conquistar esta meta. Rodríguez Giraldo, F

A mi novia Diana Sánchez que fue y será mi mayor inspiración y motivación. Que sin esperar nada a cambio ha compartido su conocimiento, su alegría y su tiempo, para ayudarme a lograr esta importante meta. Rodríguez Giraldo, F

A mi esposo, por tu afecto y cariño que fueron los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo. Té agradezco por ayudarme a encontrar lo dulce y amargo de la vida, fuiste mi motivación para concluir con éxito esta tesis. Sandy, T

A Dios, es mi inspiración día a día me guio y me mostro el camino correcto. Sandy, T.

AGRADECIMIENTOS

A el doctor Jordano Salamanca, por su apoyo guía, orientación paciencia y la perseverancia en el alcance de los objetivos, a cada uno de sus procesos de enseñanza con un alto nivel de excelencia en nuestros aportes de la investigación. *Rodríguez Giraldo, F y Sandy, T*

Al Ingeniero Víctor Eranio Ruiz del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, por la oportunidad para ingresar a las instalaciones para realizar el trabajo de campo en la colección de lo ácaros. *Rodríguez Giraldo, F y Sandy, T*

A la compañera y colega Sandy Yadira Torres por el aporte de sus conocimientos y apoyo en la realización de este trabajo para culminarlo con éxito. *Rodríguez Giraldo, F*

A la empresa Polymers Crop, directivos, jefes inmediatos por el apoyo y conocimiento brindado, a los demás profesionales que me aportaron en todo este proceso como Fernando Acosta, Gabriel Giraldo, Elkin Cárdenas, Patricia López, Martha Polanía, Johanna García, José Ignacio Gamboa, Jersson Camacho y demás personas que siempre estuvieron apoyándome a conquistar este nuevo logro. *Rodríguez Giraldo, F*

Al compañero Fabián Darío Rodríguez, que con su gran apoyo y llevar a un final feliz la elaboración de esta tesis. *Sandy, T*

Tabla de contenido

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. MARCO TEORICO	13
1.1 Ácaros de la familia Tetranychidae.	13
1.2 Control biológico con biopesticidas.	16
1.3 Ruda (<i>Ruta graveolens</i>).	17
1.4 Cítrico (<i>Citrus x limón</i>).	18
1.5 Neem (<i>Azadirachta indica</i>).	20
1.6 Sophora (<i>Styphnolobium japonicum</i>).	21
2. OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo general	22
2.2 Objetivos específicos	22
3. METODOLOGIA	23
3.1 Sitio de estudio	23
3.2 Obtención de ácaros Tetranychidae	23
3.3 Obtención de extractos vegetales comerciales y de acaricidas químicos.	24
3.4 Dosificación de extractos vegetales comerciales y de acaricidas químicos.	24
3.5 Evaluación de la mortalidad de individuos móviles (adultos)	25
3.6 Evaluación de la mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae	28
3.7 Análisis estadístico	29
4. RESULTADOS	29
4.1 Mortalidad de individuos móviles (adultos) de ácaros de la familia Tetranychidae ..	29
4.2 Mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae.	32
5. DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS	39

Lista de Tablas

Tabla 1. Dosificación de biopesticidas comerciales y acaricidas químicos utilizados para el control de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de <i>L. acuminata</i> en condiciones de laboratorio.	25
Tabla 2. Resultados two-way ANOVA de la influencia de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el porcentaje de mortalidad de ácaros adultos de la familia Tetranychidae en plantas de <i>Lafoensia acuminata</i>	30
Tabla 3. Resultados two-way ANOVA de la influencia de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el porcentaje de mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de <i>Lafoensia acuminata</i>	33

Lista de Figuras

- Figura 1.** (A) Vista dorsal de la hembra de *Tetranychus* y (B) vista anterodorsal. Lado derecho mostrando las setas idiosomales, lado izquierdo mostrando solamente los alvéolos de las setas y sus nombres (Fuente: Nappo, 2014). 14
- Figura 2.** Vista lateral de *Amphitetranychus viennensis*. Micrografía electrónica de barrido, en color, según los colores de los especímenes vivos (Fuente: Nappo, 2014). 15
- Figura 3.** Ubicación geográfica, recolección de material de trabajo, ácaros fitófagos familia Tetranychidae y vivero la Florida (Jardín Botánico de Bogotá Colombia) (Fuente: los autores). 23
- Figura 4.** Establecimiento de colonias de ácaros Tetranychidae en plantas de *L. acuminata* en el vivero la Florida del Jardín Botánico de Bogotá (Fuente: Ruiz, V). 24
- Figura 5.** Ramas de *Lafoensia acuminata* dentro de un trozo de pitillo plástico de 2,0 cm de longitud y adicional una mínima parte de algodón humedecido en agua destilada (Fuente: los autores). 26
- Figura 6.** Dosificación de los diferentes extractos comerciales y aspersión a ramas de *L. acuminata* infestadas con ácaros de la familia Tetranychidae (Fuente: los autores). 26
- Figura 7.** Evaluación de individuos adultos de ácaros de la familia Tetranychidae a las 24 y 48 horas después de aplicación (dda) de los diferentes tratamientos (Fuente: los autores). 27
- Figura 8.** Huevos viables de ácaros de la familia Tetranychidae en hojas de *Lafoensia acuminata* (Fuente: los autores). 28
- Figura 9.** Porcentaje de mortalidad de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *Lafoensia acuminata* (a) a las 24 horas (dda.) y (b) 48 horas (dda.). Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey test, $\alpha = 0,05$). 31
- Figura 10.** Mortalidad de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *Lafoensia acuminata* en diferentes intervalos de tiempo. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey test, $\alpha = 0,05$). 32
- Figura 11.** Mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae a las 24 y 48 horas. *diferencias significativas entre los intervalos de tiempo (Tukey test, $\alpha = 0,05$). 34

RESUMEN

En condiciones de vivero el árbol Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata* presenta diversos problemas fitosanitarios, dentro de los cuales se destaca el ataque de ácaros de la familia Tetranychidae, estos son controlados principalmente con productos de síntesis química, ocasionando problemas al medio ambiente y la salud humana. En el marco de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, el manejo integrado de plagas y enfermedades propone utilizar todas las técnicas y métodos disponibles y compatibles entre sí, para mantener a la población de una plaga en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico. Por lo tanto, medidas biológicas, biorracionales y orgánicas de control son necesarias para disminuir estos efectos negativos. Por tal motivo este trabajo tuvo como objetivo evaluar biopesticidas comerciales para el control de ácaros fitófagos de la familia Tetranychidae en plantas de *L. acuminata*. Específicamente se evaluó la mortalidad de individuos móviles (adultos) y la viabilidad de los huevos causada por la aplicación de extractos como: 1) ruda *Ruta graveolens* L. Rutaceae, 2) cítrico *Citrus x limón* L. Rutaceae, 3) neem *Azadirachta indica* A. Juss Meliaceae, 4) sophora *Styphnolobium japonicum* L. Fabaceae, 5) abafed Abamectina (testigo químico) y 6) agua pura (testigo absoluto). Estos tratamientos fueron aplicados en ramas pequeñas de *L. acuminata* en cajas Petri e infestadas con ~ 50 ácaros y 60 huevos respectivamente. La mortalidad y viabilidad fue evaluada en condiciones de laboratorio a las 24 y 48 horas después de aplicación (dda). Se encontró que los extractos de *Citrus x limón*, *A. indica* y *S. japonicum* mostraron un mayor control de ácaros Tetranychidae en *L. acuminata*. Este proyecto presenta implicaciones en el control biológico y en el manejo integrado de plagas, donde el uso de extractos vegetales puede ser una opción viable para el control de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *L. acuminata*, sin embargo, estudios futuros en condiciones de casa de malla y campo deben ser realizados.

Palabras clave: Control biológico, Guayacán de Manizales, Metabolitos secundarios, Extractos vegetales, Impacto ambiental.

ABSTRACT

In a nursery conditions Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata* has several phytosanitary problems, especially the attack of mites from the family Tetranychidae, these are controlled mainly with pesticides, which caused problems in the environment and human health. Within the framework of the sustainability of agricultural systems, the integrated pest management and diseases uses all techniques and methods available and compatible with each other, to keep the population of pests at levels below the economic threshold. Therefore, biological, biorational and organic control measures are necessary to reduce these negative effects. For that reason, the aim of this work was to evaluate commercial biopesticides for the control of mites from the family Tetranychidae in plants of *L. acuminata*. Specifically, the mortality of the mobile individuals and the viability of the eggs caused by the application of the extracts were evaluated, such as: 1) rue *Ruta graveolens* L. Juss Rutaceae, 2) *Citrus x lemon* L. Juss Rutaceae, 3) neem *Azadirachta indica* A. Juss Meliaceae, 4) sophora *Styphnolobium japonicum* L. Juss Fabaceae, 5) abafed Abamectin (chemical control) and 6) pure water (absolute control). These treatments were applied on small branches of *L. acuminata*, these were placed in a petri dish and infested with ~50 mites and 60 eggs respectively. Mortality and viability were carried on the laboratory at 24 and 48 hours after application (dda). We found that *Citrus x lemon*, *A. indica*, and, *S. japonicum* showed high mortality of Tetranychidae mites respect to the others treatments. This project has implications for biological control and integrated pest management, where the use of plant extracts may be a viable option for control of mites from the family Tetranychidae in plants of *L. acuminata*, however, future studies in greenhouse and field conditions must be made.

Key words: Biological control, Guayacán de Manizales, secondary metabolites, plant extracts, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

El guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*) es una planta arbórea de origen nativo de los bosques andinos (altiplano cundiboyacense), conformada por una corteza fuertemente fisurada (Maldonado, 2015). Su adaptación se puede dar entre 1300 a 2900 msnm, con un promedio de temperatura de 12 a 24 °C (Nieto & Rodríguez, 2000). Esta planta es de vital importancia para los ecosistemas y la humanidad, debido a que es utilizada con fines de reforestación con cercas vivas y setos plantados, y además es fundamental para la protección de las rondas hídricas (Moreno & Osorio, 2016). Por otro lado, su madera es transcendental para la construcción de postes y muebles haciendo de esta especie primordial para obras, artesanías y carpintería (Villamagua et al., 2017). En condiciones de vivero es susceptible a plagas y enfermedades, destacándose ácaros (arañita roja) Tetranychidae (Ruiz, 2018), insectos de la familia Coccidae, roya y fumagina (Nappo, 2014). Sin embargo, los daños por ácaros son los más severos y visibles en esta planta (Nieto & Rodríguez 2000), ya que se encuentran en la parte superior de las hojas provocando clorosis y reducción de la actividad fotosintética (García et al., 2017).

Uno de los métodos de control más utilizado para el manejo de plagas, específicamente de ácaros es la aplicación de productos de síntesis química, los cuales pueden producir algunos efectos nocivos al ambiente, además de generar resistencia de la plaga a estos químicos (Bisset, 2002). No obstante, hay alternativas menos tóxicas y más amigables con el medio ambiente que pueden minimizar dichos daños, ayudando al manejo de las plagas manteniendo sus poblaciones por debajo del nivel daño económico (Frutos, 2017). Dentro de estas alternativas se destaca el uso de plantas con propiedades para actividad fitosanitarias, debido a que acumulan en sus órganos una gran variedad de metabolitos secundarios que se utilizan para combatir de una forma preventiva a los artrópodos plaga (Kagale et al., 2004).

Por consiguiente, los bioinsumos o pesticidas de origen botánico, han sido investigados como extractos vegetales de diferentes plantas silvestres con poder insecticida o acaricida (Céspedes et al., 2000; Medina, 2001). Su uso ha sido efectivo para el control de plagas, en el

marco de una agricultura sostenible constituyendo una alternativa promisorio, debido a su efectividad y bajo costo (Mazid & Rajkhowa, 2011).

Existen ciertas familias de plantas que tienen un gran potencial para el control de plagas, específicamente con poder acaricida, dentro de las cuales se destacan plantas de la familia Rutaceae, Meliaceae y Fabaceae, que, gracias a sus contenidos de alcaloides, flavonoides, aceites esenciales, cumarinas, entre otros (Naveda, 2010, Castro, 2011) son fundamentales para el control de plagas en diversos sistemas. Por ejemplo, la ruda *Ruta graveolens* (Rutaceae), ha sido estudiada para el control de nematodos, principalmente de *Meloidogyne enterolobii* (Quevedo, 2010). Castagnino (2008), evidenció que el extracto de *R. graveolens* controla el acaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Mesostigmata: Varroidae) en colmenas de abejas. Por otra parte, el extracto de *Citrus x limón* (Rutaceae) fue importante para la regulación de poblaciones del acaro *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) en cultivos de aguacate (Villegas, 2016). En otros estudios demuestran que se obtuvo eficacias relevantes con efectos acaricidas bajo condiciones de laboratorio (Pupiro, 2018). Además se ha observado que el extracto de neem contiene un efecto acaricida positivo para el control de ácaros de la familia Tetranychidae especie *T. urticae* en el cultivo de rosa (*Rosa Sp.*) (García, 2011) también hay estudios que demuestran su efecto en especímenes de garrapatas (Broglia et al., 2009) del mismo modo en otras investigaciones se evidencio que el extracto de sophora mostro actividad tóxica en hembras adultas de la familia Tetranychidae (Institute of Agricultural Information, 2011).

Conociendo la importancia del uso de extractos vegetales para el control de artrópodos plaga, específicamente de extractos de las familias Rutaceae, Meliaceae y Fabaceae, este trabajo se planteó la hipótesis que extractos comerciales de *R. graveolens*, *Citrus x limón*, *A. indica* y *S. japonicum* controlan ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *L. acuminata* en condiciones de laboratorio.

1. MARCO TEORICO

1.1 Ácaros de la familia Tetranychidae.

Los ácaros de la familia Tetranychidae tienen 8 patas (excepto el estadio de larva, el cual presenta 6 patas) y pueden distinguirse de otros arácnidos ya que tienen el cuerpo formado por una sola estructura, sin segmentación y son generalmente diminutos (<1 mm) (Nappo, 2014). La familia Tetranychidae incluye por lo menos 71 géneros y más de 1300 especies descritas, destacándose los géneros, *Tetranychus*, *Eotetranychus*, *Oligonychus* y *Panonychus* (Marić, & Auger, 2017). Muchas especies actuales están ampliamente distribuidas, algunas siguiendo a los hospederos y las zonas climáticas y otras encontrándose sólo en climas bióticos relativamente estrechos (Baker & Pritchard, 1962). Otras especies que todavía no son conocidas como plagas, pueden llegar a ser de importancia por la introducción de nuevos hospederos, o por haber sido transportadas a nuevas localidades.

Algunos especímenes de Tetranychidae pueden medir desde 0.2 hasta 1 mm de longitud, las hembras son de forma ovalada y globosa y los machos piriformes. El color de las hembras varía entre especies y géneros desde el amarillo, el verde (del claro al intenso), el pardo, el negro y el rosado hasta un rojo intenso. El color del cuerpo puede ser diferente al de las patas y el gnatosoma (Mesa, 1999). Se pueden reproducir mejor en temperaturas de 20 y 30 °C y humedades relativas entre 55 y 65 % (Ramírez, 1984). Las hembras pueden colocar huevos agrupados en proyecciones de color blanco, los adultos como las ninfas se ubican cerca de los brotes terminales, en lugares con menor impacto de la luz solar, comúnmente debajo de las hojas (Londoño, 2015). Además, esta plaga genera una necrosis generalizada en toda la planta, produciendo gran cantidad de seda y la defoliación es aparente cuando las densidades poblacionales son muy elevadas (Ferragut, 1989). Las colonias de estos ácaros se ven reflejadas en la parte abaxial de la hoja cerca de las venas, donde ellos generalmente empiezan su proceso de succión generando clorosis uniforme (Aguilar, 2008).

Dentro de esta familia especies del género *Tetranychus* son las que producen las mayores pérdidas económicas (Ferragut, 1989), debido a que se alimentan del follaje causando amarillamiento, defoliación y pérdida del vigor de las plantas, se han convertido en una plaga perenne ocasionando pérdidas hasta del 80% de la producción, principalmente por su alto potencial reproductivo (Soto, 2013).

La estructura de los *Tetranychus* se puede distinguir de todos los otros ácaros por sus quelíceros modificados en estiletes largos, recurvados y en forma de J (Fig. 1). Estos estiletes se encuentran encerrados en una cápsula hemisférica llamada estilóforo y se utilizan para perforar tejidos vegetales. También tienen dos pares de ojos laterales en el predorso (Fig. 1) y carecen de las setas alargadas y de estructura filamentososa insertada en la parte posterior, las cuales están presentes en los miembros de otra familia Tuckerellidae (Nappo, 2014).

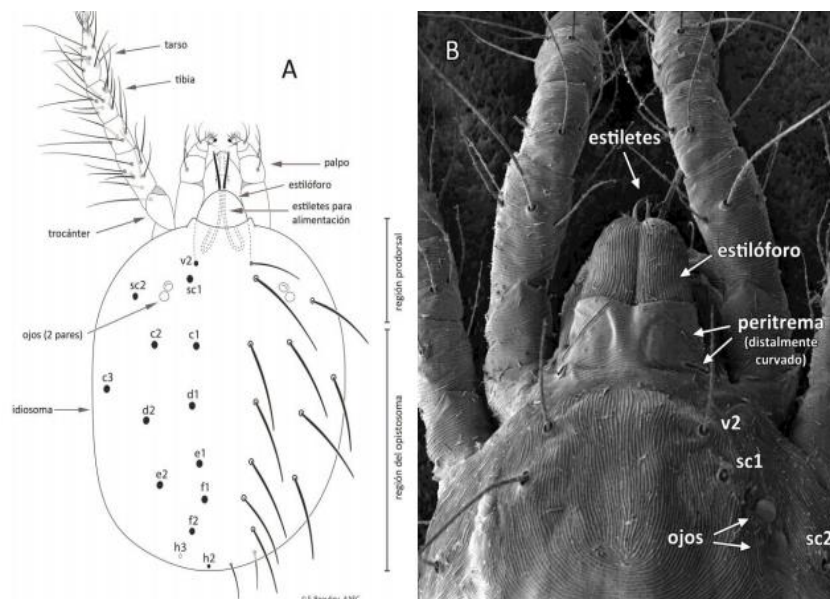


Figura 1. (A) Vista dorsal de la hembra de *Tetranychus* y (B) vista anterodorsal. Lado derecho mostrando las setas idiosomales, lado izquierdo mostrando solamente los alvéolos de las setas y sus nombres (Fuente: Nappo, 2014).

Por otra parte, las hembras miden aproximadamente 0.5 mm de largo (dependiendo de la especie), tienen forma ovalada y pueden ser de color amarillo, verde, rojo o marrón (Nappo, 2014), ellas son largas y generalmente más oscuras o de un color distinto que los dos estadios de ninfales. Se pueden reconocer con facilidad con un microscopio compuesto gracias a las diversas estrías estrechas y onduladas que se encuentran alrededor de la abertura genital (Fig. 2) (Nappo, 2014). Los machos suelen ser más pequeños y generalmente más puntiagudos en la parte posterior que las hembras, su edeago (órgano sexual del insecto macho) se encuentra cerca del extremo posterior (Nappo, 2014; Ferragut, 1989).

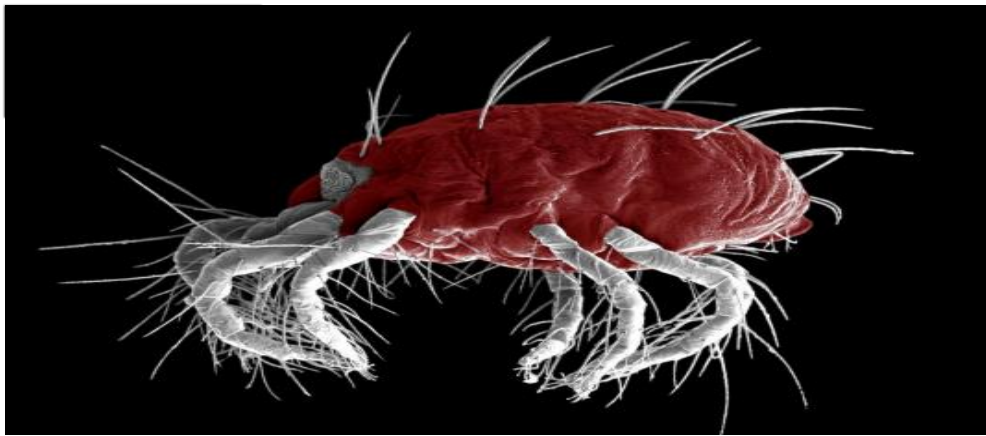


Figura 2. Vista lateral de *Amphitetranychus viennensis*. Micrografía electrónica de barrido, en color, según los colores de los especímenes vivos (Fuente: Nappo, 2014).

En cuanto a su reproducción los ácaros Tetranychidae se reproducen sexualmente dando lugar a machos y hembras, y también por partenogénesis arrenotóquica cuando ponen huevos sin haberse producido la cópula, en cuyo caso los descendientes son solamente machos haploides (Bravo, 2018). Estos ácaros pasan por cuatro estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, protoninfa, deutoninfa y adulto, con un estado de quiescencia luego de cada estado inmaduro, llamados ninfocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente, durante este período de inactividad los ácaros forman una nueva cutícula antes de desprender su exuvia (Gugole, 2013). La reproducción en los Tetranychidae es muy sensible a una amplia variedad de condiciones intrínsecas y extrínsecas donde los factores intrínsecos que influyen los parámetros de la tabla

de vida de estos ácaros incluyen la raza y el nivel de endogamia, densidad de la colonia, edad población y fertilidad de las hembras, incluyendo sus factores extrínsecos en la temperatura, humedad, luz, predación y también diferentes características de las plantas hospederas (Tello, 2013).

1.2 Control biológico con biopesticidas.

Uno de los métodos de control más utilizado para el manejo de ácaros, es la aplicación de productos químicos sin control creando la habilidad de tolerar la dosis de estos tóxicos, las cuales resultarían letales a la mayoría de los individuos en una población de especies, creando una respuesta disminuida a una especie de animales o plantas a un plaguicida o agente de control los cuales algunos de ellos pueden producir algunos efectos nocivos al medio ambiente, como resultado de su aplicación la llamada resistencia (Bisset, 2002). Hay alternativas menos tóxicas y es por ello necesario la búsqueda de algunos productos de origen natural amigable con el medio ambiente con los cuales se pueda minimizar dicho daño y que ayuden como una alternativa factible para el manejo de dichas plagas, y mantener las poblaciones por debajo del daño económico (Frutos, 2017). Los biopesticidas no presentan ningún tipo de riesgo para las personas o el medio ambiente, son eficaces en el control de plagas agrícolas, ocasionando menor impacto ambiental (Soto, 2013). Dadas las investigaciones y el desarrollo de su aplicación práctica en el campo se enfocan a mitigar la contaminación ambiental con el fin de generar modernización en la agricultura y sin duda, va a reemplazar gradualmente una cantidad de los pesticidas químicos en la producción agrícola en ambientes libres de contaminación, los bioplaguicidas son sustitutos ideales para sus homólogos químicos tradicionales (Nava, et al., 2012).

Estos extractos naturales poseen un conjunto de metabolitos secundarios biosintetizados que deben ser extraído de un ser vivo, mediante procedimientos que no alteran su composición química, pueda contener toda o una parte de la sustancia extraído para su compuesto (Roger, 2004). Por especies vegetales, hongos y bacterias tanto terrestres como marinas, proporcionan nuevas fuentes de controladores de plagas, ellos presentan actividad selectiva ya que ejercen

presión sobre las plagas (insectos, hongos, bacterias y virus), por medio de extractos, fracciones y compuestos puros (Céspedes, 2011). Las sustancias utilizadas para los biopesticidas pueden reforzar la planta, favorecer los mecanismos de defensa activando su pared celular y de esta manera ayuda a repeler, suprimir e inhibir. (Rodríguez et al., 2014). En el crecimiento de los artrópodos plaga (Corrales et al., 2017).

Sus principios activos se metabolizan rápidamente ante la radiación solar y la humedad micro climática, ya que son sustancias más biodegradables que sus contrapartes sintéticas (Ojeda et al., 2011). son una alternativa de manejo dentro de los programas de control de plagas, puesto que generan resultados similares a los alcanzados con el control químico (Salazar, 2009).

Con este control se busca la sustentabilidad a largo plazo en los sistemas de producción agrícola. Con el fin de que se aplique en forma intensiva, para que los cultivos sean altamente productivos y competitivos, de lo contrario se seguirán presentando problemas de tipo económico, social (envenenamiento de trabajadores, etc.) y ambiental (la vida silvestre, polinizadores, enemigos naturales, peces, calidad de agua y suelo) por el cual se maneja el concepto de la química verde que es aplicada en pos de la prevención de la contaminación; lo que implica la utilización de una serie de principios encaminados a reducir o eliminar el uso y generación de sustancias peligrosas (Altieri, 2000). Conjuntamente ellos son biodegradables, no producen desequilibrio en el ecosistema, presentan poco impacto sobre la fauna benéfica, no tienen restricciones toxicológicas, puede ser elaborado y aplicado por el productor y se encuentran localmente disponibles (González Castillo, González Güereca, & Hinojosa Ontiveros, 2010).

1.3 Ruda (*Ruta graveolens*).

La ruda *Ruta graveolens* es un arbusto de hojas perennes, globalmente son familia de los acridones, lo que apoya la hipótesis de un efecto tóxico (Benavides et al., 2000). Sus hojas y flores generan compuestos de alcaloides y flavonoides, aceites esenciales y cumarinas (Naveda, 2010). También

se le atribuye propiedades nematocidas y nematostático ya que da como resultado un alto porcentaje de mortalidad a una alta concentración aplicadas directamente sobre el follaje (Quevedo, 2010). Sus metabolitos secundarios tienen un rol importante en el mecanismo defensivo de las plantas (Piedradita, 2017). Presenta un efecto positivo de la sacarina y el benzotidiazol (función química análoga al ácido salicílico), en dichos procesos de defensa (Pérez, 2011).

Contiene diversos metabolitos secundarios incluyendo fumarocumarinas, alcaloides como la quinolona y la acridona; Las cumarinas y fumarocumarinas son utilizadas en el tratamiento del leucoderma, vitíligo y psoriasis debido a sus propiedades fotorreactivas (García et al., 2010).

La especie *R. graveolens* contiene sustancias como la rutina y la inulina, las cuales en estudios han demostrado su efecto nematocida, además tiene propiedades insecticidas y fungicidas que atribuyen contenido de alcaloides rutamina, fagarina, graveolina y furoquinolina (Hernández, 2014). También hay estudios que se relacionan con el control de piojos, pulgones y mosca negra (Millan, 2008).

Su actividad y propiedad fúngica es de vital importancia ya que controla e inhibe el crecimiento micelial y esporulación del moho y disminuye la densidad del micelio en las cepas (Reyes et al., 2014). Por otra parte, en estudios encontrados se observa que genera inhibición de la velocidad de crecimiento micelial ya que retrasa la velocidad de crecimiento micelial del *Trichoderma* (Quintanar, 2014).

1.4 Cítrico (*Citrus x limón*).

Los cítricos *Citrus* L. (Rutaceae) son introducidos hacia inicios del siglo XVI en diversas regiones de América, son originarios de las zonas cálidas del sur y sudeste de Asia hasta las zonas templadas de China, Australia e islas del Pacífico suroccidente (Stampella et al., 2018). Se han relevado 30 etnovariedades de cítricos agrupadas en 8 etnoespecies, correspondientes a 4 especies botánicas y 4 taxa híbridos (Orduz et al., 2011)

Citrus limón criollo, es una fruta donde a través de la cascara y semilla se obtiene metabolitos, tales como flavonoides, fenólicos y limonoides (Robaina, 2016). Tiene componentes de terpenos esteroides, triterpenos, glicósidos, cumarinas, y carbohidratos (Aristizabal, 2011). También se conoce que su aceite esencial tiene un abundante compuesto de terpeno, D-limonelo y L-limonelo, formando cerca del 90 % de la masa del aceite (Soares, 2017).

Hay evidencias que muestran propiedades antioxidantes como hesperidina y compuestos de naringina en su interior (semilla) (Irkin et al., 2015). Adicionalmente su pulpa, contiene ácidos orgánicos como el ácido cítrico, ácido málico, ácido acético y ácido fórmico, también es de gran importancia para la elaboración de aceites esenciales, pectinas, celulosa, pigmentos, y polifenoles, en especial los citroflavonoides. (Jiménez et al., 2013) Sobre sus hojas hay grandes propiedades al prepararlas en forma macerada (Rosero, 2015). Haciendo que esta planta presente un efecto antioxidante y baja toxicidad (Ojito et al., 2012).

Se encuentra un efecto de acción fúngica en la inhibición del crecimiento micelial y en la germinación de los conidios (Iglesias et al., 2017). Tanto en crecimiento radial como en número de esporas (Baque et al., 2017). Abstiene la esporulación, el proceso vegetativo del hongo, genera la ruptura de los esporangios y causa desorganización de la pared celular en el esporangióforo provocando efectos positivos (Rodríguez et al., 2017). Su inmersión tiene un efecto fitotónico de follaje en la planta cuando presenta una enfermedad fúngica aplicándolo sobre el follaje, antes del trasplante tiene un efecto protector es tomado a través de los vasos de la xilema (Rodríguez, 2002). Por otra parte, se relacionan efectos insecticidas lo cual tiende a generar un impacto letal directamente por ingestión más que un efecto repelente (Martínez, 2008).

En contraste se evidencia la actividad acaricida, de estos aceites esenciales, frente a la susceptibilidad de las moléculas de acción letal, que se expusieron mediante microinmersión provocando una mortalidad superior al 50% en los ácaros tratados, y con el extracto de la especie *Citrus limón* muestra una eficacia mayor al 80% a las 72 después de la aplicación (Pupiro, 2018).

1.5 Neem (*Azadirachta indica*).

Esta planta pertenece a la familia Meliaceae, es originaria de China y aunque cultivada con varias formas hortícolas. Es un árbol de hasta 25 m de altura, copa ancha y redondeada, brotes jóvenes de color verde oscuro, glabros, hojas de hasta 25 cm de longitud, folíolos 7-17, peciolados, elípticos a ovados, de 3-5 cm de longitud, verde lustroso en el haz, gris-verde pubescente en el envés; flores de color amarillento-blanco (Pereda & Girón, 2012).

Este extracto es uno de los más estudiados en los últimos años, demostrando ampliamente su efectividad en el control de insectos, ácaros y nematodos. La importancia de los extractos de Neem para la agricultura sostenible, sus propiedades radican en la corteza, las hojas, las flores, los frutos y las semillas (Osorio, 2002) y su principal ingrediente activo como la azadiractina (Reyes, 2013).

Tiene efectos negativos en los insectos. 1) A nivel fisiológico bloquea la síntesis y liberación de las hormonas implicadas en la muda de los insectos (ecdisteroides) provoca una muda incompleta en los insectos inmaduros. 2). En las hembras maduras, un mecanismo de acción similar conlleva a la esterilidad. 3). La azadiractina es un potente anti alimentario para muchos insectos (National Research Council, 1992). Estos efectos varían considerablemente entre las especies y, en su mayoría, son capaces de sufrir desensibilización a sus efectos (Pérez, 2012). A la planta se le atribuye biodegradabilidad por su composición de azadiractina, se concentra en las semillas de los frutos inmaduros y puede ser extraído fácilmente con solventes orgánicos, inhiben la enzima que cataliza el último paso del proceso que convierte a la ecdisoma en la hormona activa (Montero et al., 2012). Se le atribuye una mortalidad por ingestión que ocurre entre 3 y 5 días después de la aplicación, pero antes de este tiempo se detiene el proceso de alimentación, por lo tanto, cesa el daño al cultivo; Sin generar una afectación al ecosistema por sus grandes componentes activos (Angulo, 2009) proporcionando un resultado larvicida contra el mosquito *Cx. Pipiens* se encuentra en todo el mundo y es un vector de diferentes organismos patógenos que causan enfermedades graves, es abundante en muchas ciudades del mundo (Koc & Cetin, 2016). Se le atribuye grandes

logros al reducir la eclosión de huevecillos el desarrollo de las larvas sus hojas realizan el proceso de inhibición de la eclosión de huevos e interfiere en el desarrollo de las larvas, puede ser empleado como estrategia no farmacológica para el control parasitario (Barrabí & Arece 2013).

1.6 Sophora (*Styphnolobium japonicum*).

Sophora japónica, perteneciente a la familia Fabaceae, es una planta ornamental común en Europa, América del Norte y Sudáfrica, el género *Styphnolobium* consta de 7–8 especies de árboles y arbustos, es ampliamente distribuida en Turquía, especialmente en Anatolia Central, con su origen en Sudeste de Asia (China, Corea e introducido en Japón) se cultiva en todo el mundo, especialmente en Europa (Fursov et al., 2017).

El extracto de Sophora produce la inhibición de la melanogénesis, es un inhibidor de la tirosinasa, que es una enzima que cataliza la producción de melanina. y su transferencia desde los melanocitos a los queratinocitos (Jiménez, 2017).

Entre las propiedades que posee *Styphnolobium japonicum* (L.) se encuentran flavonas, tetraglicósidos, isoflavonas, glicósidos triterpénicos, fosfolípidos, alcaloides, aminoácidos y polisacáridos, se compone de los flavonoides que son metabolitos secundarios, rutin, quercetina y rutin orhamnoside (Lai, 2014).

Dentro de otras investigaciones su extracto produce la inhibición de la melanogénesis es un inhibidor de la tirosinasa, que es una enzima que cataliza la producción de melanina a lo que se atribuye una inhibición de esta enzima por el extracto evita que se produzca melanina y su transferencia desde los melanocitos a los queratinocitos y se suele utilizar en ornamentación (Jiménez, 2017).

En trabajos realizados en campo se observó que el pesticida botánico Kingbo (basado en oximatrina, un alcaloide de *Sophora flavescens*, una hierba tradicional china) se probó contra el ácaro araña de dos manchas (*Tetranychus urticae*) en hortalizas de invernadero y el ácaro rojo

europeo (*Panonychus ulmi*) en manzanas. Estos productos de bioplaguicidas se aplicaron dos veces en intervalos de 5 días y concentraciones de 0.1% y 0.2%, y su efectividad se comparó con los productos a base de abamectina y los acaricidas sintéticos acrinathrin y spiroticlofen, aplicados una vez a sus tasas recomendadas. Los resultados en estos ensayos indican que las aplicaciones pesticidas botánico Kingbo puede proporcionar un control efectivo de *T. urticae* en pepino y tomate cultivado en invernaderos, así como *P. ulmi* sobre manzana (Marcic & Medo, 2013).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar cuatro (4) biopesticidas comerciales para el control de ácaros de la familia Tetranychidae, una plaga de *Lafoensia acuminata* (Ruiz & Pav.) DC. (Myrtales: Lythraceae) bajo condiciones de laboratorio.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar la mortalidad de ácaros móviles de la familia Tetranychidae por la aplicación de los extractos de: ruda *Ruta graveolens* R. Juss (Rutaceae), cítrico *Citrus x limón* L. Juss (Rutaceae), neem *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae), y sophora *Styphnolobium japonicum* L. Juss (Fabaceae).
- Evaluar la viabilidad de los huevos de los ácaros de la familia Tetranychidae expuestos a la aplicación de los extractos de *R. graveolens*, *Citrus x limón*, *A. indica* y *S. japonicum*.

3. METODOLOGIA

3.1 Sitio de estudio

Este trabajo se realizó en el laboratorio multipropósito de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD sede nacional José Celestino Mutis. Los ensayos fueron realizados en el periodo comprendido entre agosto y diciembre de 2018 (Fig. 3).

3.2 Obtención de ácaros Tetranychidae

Los ácaros de la familia Tetranychidae, fueron colectados semanalmente de árboles de *L. acuminata* y de la cría de manutención establecida en el vivero la Florida del Jardín Botánico de Bogotá, Colombia (km 3 vía Engativá-Cota) ($4^{\circ}42'59,75''$ N; $74^{\circ}08'49,74''$ W) (Fig. 3 y 4).



Figura 3. Ubicación geográfica, recolección de material de trabajo, ácaros fitófagos familia Tetranychidae y vivero la Florida (Jardín Botánico de Bogotá Colombia) (Fuente: los autores).



Figura 4. Establecimiento de colonias de ácaros Tetranychidae en plantas de *L. acuminata* en el vivero la Florida del Jardín Botánico de Bogotá (Fuente: Ruiz, V).

3.3 Obtención de extractos vegetales comerciales y de acaricidas químicos.

Fueron adquiridos cuatro (4) extractos vegetales comerciales y un acaricida de síntesis química, Rutinal *Ruta graveolens* (Safer Agrobiológicos, Medellín, Antioquia, Colombia), Knock Out *Citrus x limón* (Agrológica – Soluciones Bio-Racionales, Chía, Cundinamarca, Colombia), Neemazal *Azadirachta indica* (Ibicol, Bogotá D.C., Colombia) y ADN Milbe *Styphnolobium japonicum* (ADN Verde SAS, Rionegro, Antioquia, Colombia). Por otra parte, para el testigo químico se adquirió el Abafed Abamectina (Fedearroz, Bogotá D.C., Colombia).

3.4 Dosificación de extractos vegetales comerciales y de acaricidas químicos.

Para los experimentos realizados en el laboratorio se usaron las siguientes dosis por litro de agua de extractos vegetales y acaricida químico (Tabla 1):

Tabla 1. Dosificación de biopesticidas comerciales y acaricidas químicos utilizados para el control de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *L. acuminata* en condiciones de laboratorio.

Biopesticidas comerciales			
Nombre comercial	Ingrediente activo	Composición	Dosis/Litro
Rutinal	(<i>Ruta graveolens</i>)	100 g/L	2,0 CC
Knock Out	(<i>Citrus x limón</i>)	20 g/L	0,7 CC
Neemazal	(<i>Azadirachta indica</i>)	12 g/L	1,0 CC
ADN Milbe	(<i>Styphnolobium japonicum</i>)	0,4 g/L	1,4 CC
Abafed	(Abamectina)	18 g/L	2,0 CC
Testigo absoluto	Agua	N. A	N. A

3.5 Evaluación de la mortalidad de individuos móviles (adultos).

Para la evaluación de la mortalidad de los individuos móviles de ácaros de la familia Tetranychidae se estableció un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos y 10 réplicas donde dos de estos tratamientos fueron los testigos (Químico y absoluto). Los tratamientos fueron: 1) ruda *Ruta graveolens*, 2) cítrico *Citrus x limón*, 3) Neem *Azadirachta indica*, 4) sophora *Styphnolobium japonicum*, 5) abamectina (testigo químico) y 6) agua (testigo absoluto). En cajas Petri de 9 cm de diámetro fueron introducidas ramas pequeñas de *L. acuminata* con un pitillo plástico en la base, con un algodón húmedo para su hidratación (Fig. 5). Cada rama fue infestada con 50 individuos móviles (adultos). Posteriormente, se dosificó cada tratamiento y se realizó la debida aspersion por el haz y envés de cada rama con un atomizador diferente para el tratamiento específico (Fig. 6). La

aspersión se ejecutó a una distancia aprox. de 20 cm, con movimientos circulares durante 2 segundos.



Figura 5. Ramas de *Lafoensia acuminata* dentro de un trozo de pitillo plástico de 2,0 cm de longitud y adicional una mínima parte de algodón humedecido en agua destilada (Fuente: los autores).



Figura 6. Dosificación de los diferentes extractos comerciales y aspersión a ramas de *L. Acuminata* infestadas con ácaros de la familia Tetranychidae (Fuente: los autores).

Luego se cerró cada placa Petri y se colocó en un lugar seguro a temperatura ambiente. Las evaluaciones de mortalidad fueron realizadas a las 24 y 48 horas después de la aplicación (dda), donde se realizó el conteo en el estereoscopio solamente de los individuos móviles que se encontraban vivos (Fig. 7).



Figura 7. Evaluación de individuos adultos de ácaros de la familia Tetranychidae a las 24 y 48 horas después de aplicación (dda) de los diferentes tratamientos (Fuente: los autores).

3.6 Evaluación de la mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae

Para la evaluación de la mortalidad de los huevos (no viabilidad) se estableció un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos y 5 réplicas. Los tratamientos fueron: 1) ruda *Ruta graveolens*, 2) cítrico *Citrus x limón*, 3) Neem *Azadirachta indica*, 4) sophora *Styphnolobium japonicum*, 5) abamectina (testigo químico) y 6) agua (testigo absoluto). En cajas Petri de 9 cm de diámetro se colocaron ramas pequeñas de *L. acuminata* con un pitillo plástico en la base, con un algodón húmedo para su hidratación (Fig. 5). Cada rama presentaba ~60 huevos de ácaros de la familia Tetranychidae en un área de 1 cm². Posteriormente, se realizó la debida aspersion de cada tratamiento con un atomizador por el haz y envés de cada una de las ramas. Esta aplicación se ejecutó a una distancia aprox. de 30 cm, con movimientos circulares durante 2 segundos. Luego se selló cada placa Petri y se colocó en un lugar seguro y a temperatura ambiente. Las evaluaciones de mortalidad (no viabilidad) fueron realizadas a las 24 y 48 horas después de la aplicación (dda), donde se realizó el conteo de los huevos que se observaban de color cristalino brillante, lo cual es índice de viabilidad (Fig. 8).



Figura 8. Huevos viables de ácaros de la familia Tetranychidae en hojas de *Lafoensia acuminata* (Fuente: los autores).

3.7 Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron en R 3.3.1 (R Development Core Team 2016). Para conocer si todos los datos cumplían con la normalidad y homoscedasticidad fueron realizados los análisis de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) y Levene (paquete “car” en R) respectivamente. Cuando fue necesario los datos fueron transformados con arcoseno de la raíz cuadrada del porcentaje. Para cuantificar el porcentaje de mortalidad corregido se aplicó la fórmula de Abbott (Ec. 1) (Püntener, 1981). Posteriormente para conocer las diferencias entre los tratamientos, tiempo y su interacción sobre el porcentaje de mortalidad de ácaros adultos y la viabilidad de sus huevos se realizó una two-way ANOVA. Cuando se encontraron diferencias significativas fue realizada la prueba de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$) (paquete “Agricolae” en R). Para la realización de las tablas y las figuras se usaron los datos no transformados.

Ecuación 1. Mortalidad corregida de Abbott.

$$\% \text{ Mortalidad corregida} = \frac{\% \text{ MTto} - \% \text{ MTo}}{100 - \% \text{ MTo}} \times 100$$

Dónde: MTto: Mortalidad en el tratamiento.

MTo: Mortalidad en el Testigo absoluto.

4. RESULTADOS

4.1 Mortalidad de individuos móviles (adultos) de ácaros de la familia Tetranychidae

El porcentaje de mortalidad de los individuos móviles de los ácaros de la familia Tetranychidae presentó diferencias significativas en los tratamientos y en el tiempo, sin embargo, no hubo una interacción significativa entre estas dos variables (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados two-way ANOVA de la influencia de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el porcentaje de mortalidad de ácaros adultos de la familia Tetranychidae en plantas de *Lafoensia acuminata*.

Variable	Resultados ANOVA		
	<i>gl</i> ^a	<i>F</i>	<i>P</i> ^b
Tratamiento	5; 88	105,53	<0,001
Tiempo	1; 88	22,24	<0,001
Tratamiento × Tiempo	5; 88	1,44	0,21

^a Numerador; denominador (error)

^b Números en negrilla indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

Para los tratamientos evaluados se evidenció que el extracto cítrico presentó una mortalidad significativa tanto a las 24 (93,87±1,32) y 48 h (98,08±0,66) comparada con los extractos de neem (24h: 69,59±3,97; 48h: 81,70±2,91), ruda (24h: 46,93±7,64; 48h: 68,93±4,12) y con el testigo absoluto (24h: 2±1,09; 48h: 6±0,63) (Fig. 9). Por otra parte, no hubo diferencias significativas tanto a las 24 y 48 h entre los extractos de cítrico (24h: 93,87±1,32; 48h: 98,08±0,66), sophora (24h: 82,24±4,30; 48h: 91,48±3,13) y abamectina (24h: 89,38±2,62; 48h: 100±0) (Fig. 9).

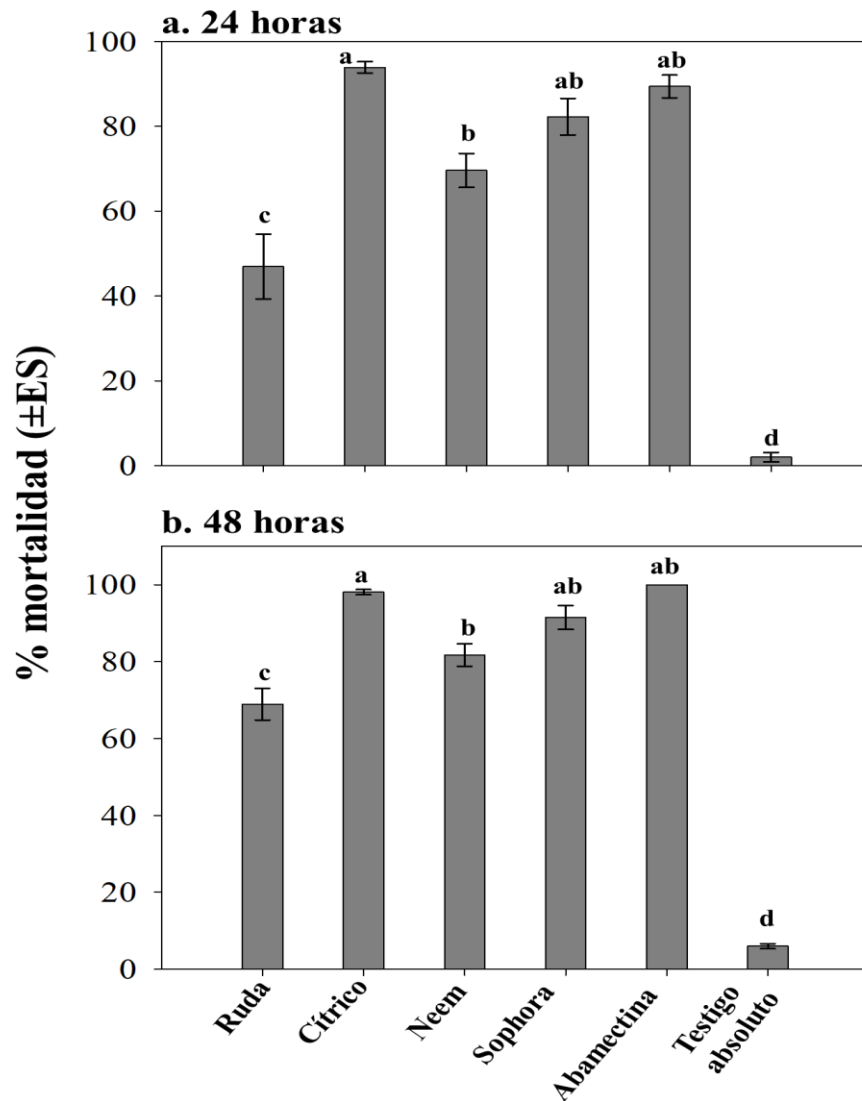


Figura 9. Porcentaje de mortalidad de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *Lajoensia acuminata* (a) a las 24 horas (dda). Y (b) 48 horas (dda). Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey test, $\alpha = 0,05$).

En cuanto al tiempo, se evidenció en los tratamientos excepto en *Sophora* una diferencia significativa respecto a las 24 y 48 horas, mostrando que a las 48 horas hay una mortalidad mayor de ácaros adultos (Fig. 10).

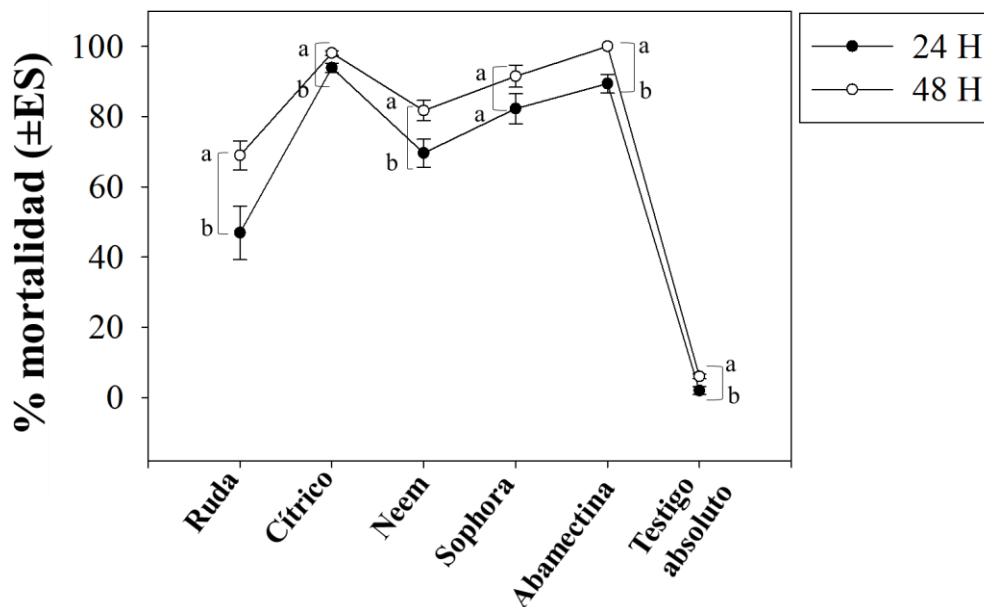


Figura 10. Mortalidad de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *Lafoesia acuminata* en diferentes intervalos de tiempo. Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey test, $\alpha = 0,05$).

4.2 Mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae.

El porcentaje de mortalidad de los huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo, la variable tiempo mostró diferencias significativas en cuanto a dicha mortalidad. Por otro lado, no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados two-way ANOVA de la influencia de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el porcentaje de mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae en plantas de *Lafoensia acuminata*.

Variable	Resultados ANOVA		
	<i>gl</i> ^a	<i>F</i>	<i>P</i> ^b
Tratamiento	5; 48	1,79	0,13
Tiempo	1; 48	25,34	<0,001
Tratamiento × Tiempo	5; 48	0,69	0,69

^a Numerador; denominador (error)

^b Números en negrilla indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

La mortalidad de los huevos (no viabilidad), fue afectada por el factor tiempo, mostrando que a las 48 horas existe una mortalidad significativa en todos los tratamientos (Fig. 11). A pesar de no evidenciar una diferencia significativa entre los tratamientos, se puede resaltar que el extracto de ruda ($20,55 \pm 3,94$) y cítrico ($21,24 \pm 18,12$) a las 48 horas mostraron un mayor porcentaje de mortalidad (11 veces mayor) con respecto a los demás tratamientos (Fig. 11).

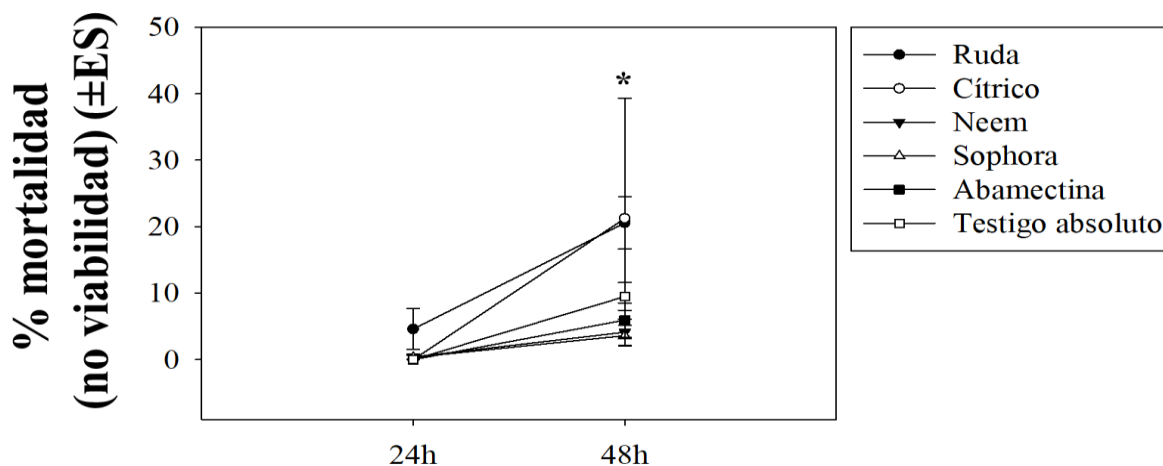


Figura 11. Mortalidad de huevos (no viabilidad) de ácaros de la familia Tetranychidae a las 24 y 48 horas. *diferencias significativas entre los intervalos de tiempo (Tukey test, $\alpha = 0,05$).

5. DISCUSIÓN

En este trabajo se encontró que: 1). El extracto de Citrus mostró una mortalidad alta para ácaros de la familia Tetranychidae en *L. acuminata* bajo condiciones de laboratorio. 2). El extracto de *S. styphnolobium* presentó un efecto significativo en cuanto a mortalidad de especímenes de Tetranychidae. 3). El extracto de *A. indica*, arrojó un porcentaje circunstancial de efecto en la plaga evaluada. 4). En el extracto de *R. graveolens* se evidenció una diferencia marginal frente a los demás extractos utilizados. Por consiguiente en lo que refiere al tiempo para tener una mortalidad mayor se mostró que a las 48 horas se alcanza el máximo nivel de eficacia, manteniendo un comportamiento estable de los diferentes extractos evaluados.

Estudios recientes han evidenciado que el extracto de *Citrus* muestra un eficiente control en ácaros de la familia Tetranychidae siempre y cuando haya contacto con el espécimen o plaga a controlar. conforme al estudio de la actividad acaricida de extractos de lauráceas sobre los ácaros que tuvieron un porcentaje del 100% en prueba de contacto y en la prueba de acción

fumigante (Cuca, 2012). De acuerdo con Villegas (2016) es importante las aplicaciones de este extracto para la regulación de poblaciones de los ácaros fitófagos (*Oligonychus punicae* Hirst) de la familia Tetranychidae en cultivos de aguacate y gracias a esta investigación se puede evidenciar que el extracto de *Citrus x limon* fue contundente en mortalidad de Tetranychidae presentes en plantas de *L. acuminata*, teniendo en cuenta que existen pocas investigaciones con respecto al uso de extractos (*Citrus x limon*) para el control de artrópodos, algunos de estos escasos investigaciones hablan por ejemplo de reportes como el siguiente que demuestran eficacias relevantes con efectos acaricidas bajo condiciones de laboratorio (Pupiro, 2018). Según los estudios descritos anteriormente y comparados con nuestro trabajo, el *Citrus x limon* es un extracto que posee ciertas propiedades fundamentales para el control de ácaros, observándose internamente en laboratorio con eficacias de un 98,4 % a las 48 horas después de aplicar el producto dirigido a la población de experimentación existiendo un efecto de mortalidad muy constante en la línea de tiempo. Debido a su formulación líquida aceitosa, y a su alto contenido de compuestos fenólicos como monofenoles, los polifenoles, los ácidos fenólicos y flavonoides como diosmetina 6,8-di-C-glucósido, vicenin-2, y diosmina que son sustancias o moléculas volátiles que al tener contacto con ciertas masas buscan moverse hacia el agua, por tal razón se le atribuye un efecto ovicida en esta investigación que consistió en evaluar el efecto de mortalidad (No viabilidad) de huevos de ácaros de la familia Tetranychidae después de la aplicación dirigida con el extracto de cítrico a la población que se estudió.

Por otra parte, el extracto de *S. japonicum* fue importante para el control de ácaros fitófagos Tetranychidae conociendo investigaciones acerca de este como actividad tóxica en hembras adultas de la familia Tetranychidae registrada en el Institute of Agricultural Information, (2011). También se conoce de algunas investigaciones internas de las empresas ADN Verde SAS y Alteo Biotechnology & CropScience que actualmente han venido estudiando y desarrollando el uso de extractos vegetales, entre ellos la sophora para el control de ácaros de la especie *Tetranychus urticae* en el cultivo de ornamentales, principalmente por la línea de cultivos de flores buscando un bajo Impacto Ambiental para llegar a un modelo de una agricultura cada vez más sostenible. Mostrando según ellos eficacias en laboratorios y campo superiores al 95% después de cierta línea

de tiempo (Días), con base a nuestro estudio se puede observar que el extracto de *S. japonicum* bajo condiciones de laboratorio arrojó a las 48 horas (dda) un 91.5 % de eficacia en ácaros de la familia Tetranychidae, principal plaga de *L. acuminata*. En cuanto a huevos no se observó un efecto negativo para la plaga debido a que los ingredientes activos de esta planta presentan efectos en la plaga en estadios móviles (adultos) perjudicando el sistema nervioso, inhibidor de la respiración y que afecta la permeabilidad de las membranas del espécimen, hasta perder por completo la movilidad de sus articulaciones y de esta manera morir por su mayor contenido de compuestos fenólicos como lupinina, lupanina y oxi-matrina (www.adn.com.co). Como los huevos fueron asperjados antes de que los individuos tuviesen contacto con esta sustancia se observó que no hubo dificultad para realizar su respectiva eclosión y así continuar su ciclo de vida.

Para el extracto de neem *A. indica* hay estudios que lo relacionan con su efecto acaricida para el control de ácaros de la familia Tetranychidae especie *T. urticae* en el cultivo de rosa (*Rosa sp*) mostrando ser el mejor extracto de los tres (3) evaluados en este caso (García, 2011). En otras investigaciones se realizaron aplicaciones en líneas de tiempo de 96 horas arrojando un efecto acaricida. Siendo las más eficaces en el control de *Tetranychus spp* en condiciones de laboratorio (Romero, 2013). Otro ejemplo fue el uso de este, para el control de garrapatas presentado eficacias de un 50%, logrando un total el 65% de las hembras muertas entre los 10 y 21 días (dda), adicional este experimento fue replicado y se encontró que durante un mes se comparó con la eficacia de la molécula Abamectina en aplicación única dorsal para controlar *B. microplus*. Ellos constataron que no hubo diferencia estadística en los porcentajes de infestación entre ambos tratamientos, llegando a sustituir la Abamectina por el extracto vegetal dentro de un programa zootécnico de control de garrapatas en la región semi-árida de Brasil (Broglia, 2009), con respecto a esta investigación donde se evaluó este extracto sobre ácaros de la familia Tetranychidae plaga de *L. acuminata* se pudo demostrar que alcanzo un 81.7% de eficacia a las 48 horas, lo cual hace que este pueda ser incluido en un programa de rotación para el manejo de ácaros en plantas de Guayacán de Manizales, situados en diferentes zonas del país (sectores rurales y urbanos) para no generar un impacto relevante en el medio ambiente, en cuanto al efecto negativo en la población de huevos se debe básicamente a que este extracto presenta algunas moléculas que inhiben la metamorfosis evitando

que esta se ejecute en el momento indicado, haciendo que el ácaro tenga una metamorfosis precoz y débil provocando malformaciones o especímenes muertos. Cabe resaltar que *A. indica* ha mostrado acción en insectos como inhibidor de alimentación y por ende la plaga en evaluación muera por inanición. Pero como estos huevos fueron colectados antes de realizar la aspersión dirigida a los individuos adultos, el huevo realizó su ciclo de vida normal y no se observa un efecto nocivo debido a que el extracto de *A. indica* es una sustancia que no contiene actividad traslaminar.

Por otro lado, cabe resaltar que existen evidencias donde el extracto de ruda tuvo efectos de control sobre el insecto *Aedes aegypti* en etapas larvica y pupica bajo condiciones de laboratorio y campo simulado, con mortalidades superiores a 32% desde las 24 horas de exposición (Bobadilla, 2007). Por consiguiente, en otro estudio se encontró que al analizar la eficacia de Ruda al 10% y Guachipilín al 20% en control de varroasis (varroa destructor- ácaro parasitario) en abejas (*Apis mellifera*) alcanzando una actividad positiva (Reduciendo) los porcentajes de infestación a niveles tolerables para una producción sostenible (Castillo, 2014). En esta investigación los datos obtenidos después de la aplicación del extracto *R. graveolens*, se pudo observar que a una línea de tiempo de 48 horas el mayor porcentaje de eficacia fue 68,9 % mostrando ser el menos eficiente para control de ácaros de la familia Tetranychidae en este trabajo, pero en cuanto a la mortalidad (No viabilidad) de huevos si se observa un efecto significativo frente a los otros extractos evaluados, a excepción del extracto de *Citrus x limon* que debido a su formulación líquida aceitosa causando un efecto negativo fitoirritante por el contenido de varios aceites esenciales como (furocumarinas y metoxipsoraleno) y alcaloides (graveolina) que pueden causar extrema sensibilidad a los rayos ultravioletas, en los huevos del acaro debido a que generan una capa cerosa que los recubre evitando y cortando de esta forma el ciclo de vida de estos estadios (Huevo) de los ácaros de la familia Tetranychidae.

CONCLUSIONES

El uso de extractos vegetales comerciales son eficientes para el control de ácaros adultos de la familia Tetranychidae en condiciones de laboratorio, específicamente los extracto de *Citrus x limón*, *Azadirachta indica* y *Styphnolobium japonicum*, sin embargo, son necesarios estudios en casa de malla y campo para evaluar el potencial control de estos extractos sobre ácaros.

Los extractos naturales comerciales evaluados pueden ser potenciales para el control de huevos de ácaros de la familia Tetranychidae, en una línea de tiempo mayor a la evaluada.

Se corrobora por medio de esta investigación ejecutada bajo condiciones de laboratorio que los productos de síntesis química, particularmente la Abamectina no presenta un porcentaje de control significativo en huevos, porque es una molécula que no es inhibidor de la síntesis de quitina. La cual es un elemento fundamental en la formación del esqueleto externo o exoesqueleto de los especímenes (ácaros) plaga, entonces este no tendría la capacidad para avanzar en su metamorfosis, y por lo tanto, se detiene o se obstruye su desarrollo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de extractos vegetales de acuerdo con los resultados obtenidos en laboratorio, para ser incorporados a diferentes cultivos agrícolas como frutales, hortalizas y flores para generar nuevas alternativas y contribuir a un bajo impacto ambiental, enfocándose en programas de rotación con moléculas de síntesis química.

Se considera ejecutar más estudios sobre la planta de Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*), debido a que realizada las investigaciones pertinentes se evidencia la poca investigación hacia esta planta que presenta un alto nivel de importancia económica para los ecosistemas y el hombre debido a que se está viendo afectada por los ácaros fitófagos de la familia Tetranychidae.

Integrar extractos con enemigos naturales con fines de ejecutar un buen manejo integrado de plagas y enfermedades (Programa Mipe) y crear un equilibrio ecológico, que incluye además de enemigos naturales la acción de los factores abióticos del medio, siendo este un método natural debido a que no genera efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluso el hombre.

Los profesionales en el área de agronomía deben prestar atención detallada a los aspectos naturales o anormales de los ácaros plaga, no sólo desde el punto de vista del comportamiento de su población y de los daños ocasionados, sino, también, de la observación de las características de aspecto individual, para detectar, oportunamente el uso de biopesticidas de extractos naturales para un excelente manejo integrado de la plaga de tal manera, que en el futuro sea cada vez más económico y efectivo el manejo de los ácaros y minimizar la carga química al medio ambiente.

En Colombia, el uso de biopesticidas para el manejo de ácaros Tetranychidae. No ha sido estudiado por la falta de capacitación en los beneficios de estos, y la idea es que en un futuro se puedan utilizar en cualquier otro tipo de plagas y en especial en diversos cultivos.

Se recomienda el uso de los diferentes extractos evaluados en laboratorio dependiendo del grado de infestación de esta plaga si el umbral de daño es bajo se podría trabajar inicialmente con el extracto de ruda y si es lo contrario se recomienda usar un producto de choque podemos usar el extracto de cítrico.

Se propone realizar pruebas de campo in situ a fin de verificar la veracidad de los resultados de este estudio que se realizó bajo condiciones de laboratorio con la aplicación de extractos vegetales para el control de ácaros Tetranychidae en plantas de *Lafoensia acuminata*.

REFERENCIAS

Aguilar, P., Murillo, P., Gerardo, H. (2008). Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 32(2):7-28.

- Almaguer Osorio, R. J. (2002) Utilización de la *Azadirachta indica*, A. Juss para el control de la *Bemisia tabaci* (Genn) en el cultivo del tomate.
- Altieri, M. & Nicholls C. (2000). Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Con un fin global para el cuidado del medio ambiente. Para américa latina y el caribe.
- Aristizabal Gonzales, D.J. (2011). Evaluación de la actividad antifúngica de los extractos de las cáscaras y semillas de tres especies de cítricos *Fusarium* (Tesis/Pregrado, Universidad nacional).
- Baker, E. W., & Pritchard, A. E. (1962). Arañas rojas de América Central (Acarina: Tetranychidae). Central American red mites (Acarina: Tetranychidae). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural., 23, 309-340.
- Baque, F. J. N., Miranda, S. B., Vásquez, F. M. F. F., Chévez, M. M., Mosquera, J. A. N., & Llaguno, S. N. S. (2017). Potencial antifúngico de citrus sobre el crecimiento de *Rhizopus stolonifer* en postcosecha. Revista ciencia y tecnología, 10(1), 41- 46.
- Barrabí-Puerta, M., & Arece-García, J. (2013). Actividad antihelmíntica in vitro de extracto acuoso de hojas y semillas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). I. Inhibición de la eclosión de huevos y del desarrollo larvario. Revista de Salud Animal, 35(2), 103-108.
- Benavides, V., Trujillo, G., D'arrigo, G., Paredes, U., & Pino, J. (2000). Evaluación toxicológica preliminar de *Ruta graveolens*, *Origanum vulgare*, y *Persea americana* sobre embriones pre implantacionales de ratón. Revista peruana de Biología, 7(1), 87-89.
- Bernilla Angulo, H. (2009) Evaluación del efecto biocida (Tesis/pregrado, Universidad Nacional San Martín).

- Bisset, J.A. (2002). Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. *Revista cubana de medicina tropical*, 54(3), 202-219.
- Bobadilla Álvarez. M. (2007). Evaluación de recursos vegetales biocidas en el control de estadios inmaduros de *Aedes aegypti*. (Tesis/doctorado, universidad Trujillo), Perú.
- Bravo Vázquez, J. A. (2018) Evaluación de la efectividad biológica del acaricida amitraz para el control de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) en hojas de rosal.
- Broglio-Micheletti, S, et al., (2009). Control de *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* (Acari: Ixodidae) con extractos vegetales. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 145-150.
- Cano Piedrahita, G. A. (2017). Evaluación de extracto de ruda para el control de plagas, especie de ruda *graveolens* produce metabolitos secundarios a través de estudios invitro(tesis/ magister, Universidad de Manizales).
- Castagnino – Guido, L (2008) “Produtos Naturais no controle do acaro *Varroa destructor* em abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas).”
- Castillo Cifuentes, J. (2014). Evaluación de la eficacia de las tinturas de guachipilín (*Diphysa robinoides*) (*Ruta chalepensis*) como tratamientos alternativos de origen natural para el control de varroasis (*Varroa destructor*) en abejas (*Apis mellifera*) (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Castillo, J. E. C. (2017). Facultad de ciencias de la tierra y el mar escuela de ciencias agrarias (Tesis/Doctorado).

- Castro, C, & Bautista, A. (2011). Efecto toxico del extracto acuoso de *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) sobre larvas de *Anopheles albimanus* Wiedemann, 1820 y *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera: Culicidae), en condiciones experimentales. *Entomotropica*, 25(1), 11-1.
- Cuca-Suárez, L. et al., (2012). Actividad acaricida de extractos de lauráceas sobre los ácaros intradomiciliarios *Dermatophagoides farinae* y *Blomia tropicalis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(4), 308-319.
- De la Nappo, p. D. (2014). Pd 03: identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas. Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas. 1431 Merivale Road, 3rd Floor, Room 140
- Ferragut, F. & Santonja, M. (1989). Taxonomía y distribución de los ácaros del género *Tetranychus* Dufour 1832 (Acari: Tetranychidae), en España. *Bol. San. Veg. -Plagas*, (15), 3.
- Frutos, M. (2017). Evaluación de la efectividad biológica del acaricida azadiractina para el control del acaro del aguacate *Oligonychus* (trabajo de grado/tesis) universidad autónoma Agraria Antonio Narro, México D.F
- Fursov, V., Zerova, M., & Kodan, M. (2017). The first record of *Bruchophagus sophorae* (Hymenoptera: Eurytomidae) developing in seeds of *Styphnolobium* and *Sophora* (Fabaceae) in Turkey, France, and Kazakhstan. *Turkish Journal of Zoology*, 41(3), 587–591
- García - Hurtado, D. & Procel Carrera, D (2011). Evaluación de cuatro extractos en el control de *tetranychus* sp, ácaro, en rosas de exportación en la Empresa Guanguilqui Agroindustrial SA (Bachelor's thesis, Universidad de las Américas). Quito, Ecuador.
- García Luján, C., Martínez R., A., Ortega S., J., & Castro B., F. (2010). Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. *Química Viva*, 9 (2), 86-96.

(2010). Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. *Revista Química Viva*, 9 (2), 86-96.

García-Angel, O., Cerna-Chávez, E., Aguirre-Urbe, L. A., Ochoa-Fuentes, Y. M., Chacón-Hernández, J. C., & Landeros-Flores, J. (2017). Respuesta funcional de *Phytoseiulus persimilis* sobre *Oligonychus punicae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) en hojas de aguacate. *Acta zoológica mexicana*, 33(3), 503-507.

González Castillo, M. P., González Güereca, M. C., & Hinojosa Ontiveros, G. (2010). Insecticidas botánicos como alternativa en el control de ácaros fitófagos. *Insecticidas botánicos como alternativa en el Control de ácaros Fitófagos*.

Gugole, M. (2013). Manejo integrado de la plaga *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo). ..

Hernández Escamilla, J.(2014). Actividad Antioxidante De Extractos De Plantas Del Semidesierto Mexicano Y Su Efecto Sobre (*Erwinia Amylovora*) (No. Sb951. 3. H47 2013.).

Iglesias, D., Ojito-Ramos, K., Linares Rivero, C., & Portal, O. (2017). Actividad antifúngica in vitro de extractos de hojas de *Citrus spp.* frente a *Stemphyllium solani* Weber. *Revista Centro Agrícola*, 44(3), 5-12.

Institute of Agricultural Information. (2011). Chinese Academy of Agricultural Sciences. http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?request_locale=es&recordID=CN2012002886&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=&aggregatorField=

- Irkin, R., Dogan, S., Degirmenioglu, N., Diken, M. E., & Guldaz, M. (2015). Phenolic content, antioxidant activities and stimulatory roles of citrus fruits on some lactic acid bacteria. *Archives of Biological Sciences*, 67(4), 1313-1321. Doi:10.2298/ABS140909108I.
- Jiménez, R., Rodríguez, R., Murillo, A., Méndez, A., Rueda, L., & Antoni, E. (2013). Antifeedant activity of secondary metabolites of citrus waste on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 113-119.
- Jiménez, V. (2017). Estudio de la capacidad antioxidante, melanogénica y fotoprotectora de 5 extractos vegetales (tesis/pregrado, universidad miguel Hernández de elche).
- Kagale, S., Marimuthu, T., Thayumanavan, B., Nandakumar, R., & Samiyappan, R. (2004). Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 65(2), 91-100. Doi.org/10.1016/j.pmpp.2004.11.008
- Koc, S., Evren, O. H., & Cetin, H. (2016). Evaluation of Some Plant Fruit Extracts for the Control of West Nile Virus Vector *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Journal of arthropod-borne diseases*, 10(4), 595.
- Lai, J. S., Lin, C., & Chiang, T. M. (2014). Tyrosinase inhibitory activity and thermostability of the flavonoid complex from *Sophora japonica* L (Fabaceae). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(2), 243-247. Doi:org/10.4314/tjpr.v13i2.12.
- Londoño, M. (Julio 23, 30 y 31 2015). Memorias & Resúmenes. Trabajo presentado en XLII Congreso Sociedad Nacional Colombiana Socolen, Universidad nacional, Medellín, Colombia.

- Maldonado Condo, D.A. (2015). Identificación de usos y beneficios y selección de árboles semilleros de cinco especies forestales nativas de la microcuenca. (tesis grado/pregrado, Universidad Nacional). Loja, Ecuador.
- Marić, I. & Auger, P. (2017). Biodiversity of spider mites (Acari: Tetranychidae) in Serbia: a review, new records and key to all known species. *Acarologia* 58(1): 3-14; DOI 10.24349/acarologia/20184223
- Martínez, C., & De la Torre, R. (2008). Efecto letal y subletal causado por un extracto cítrico sobre *Demotispa neivai* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Revista Palmas*, 29(1), 39-46.
- Mazid, S., & Rajkhowa, R. (2011). A review on the use of biopesticides in insect pest management. *International Journal of Science and Advanced Technology* 1(7). 169-178.
- Medina, N. (2001). Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. *Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 59, 76–77. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v23i1.1142>.
- Medo, I., & Marcić, D. (2013). The effects of Kingbo biopesticide on *Tetranychus urticae* Koch female adults. *Pesticidi i fitomedicina*, 28(3), 195-202. (2015). Greenhouse and field evaluation of two biopesticides against *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). Institute of pesticides and environmental Protection, departament of applied entomología. DOI: 10.2298/PIF1204313M.
- Mesa, N. (1999) Ácaros de importancia agrícola en Colombia, *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52(1) ,321-363.

- Millan, C. (2008) opción saludable para el control de plagas, Rapal Uruguay (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina). Tomado de <http://www.rapaluruguay.org/publicaciones/Plantas.pdf>
- Montero, D. A. V., Naranjo, N., & Van Strahlen, M. A. (2012). Efecto insecticida del extracto de semillas de Neem (*Azadirachta indica*) sobre *Collaria scenica*, Stal (Hemiptera: Miridae). *EntomoBrasilis*, 5(2), 125-129..
- Moreno, J, León. & Osorio, N, (2016). Tree seedling growth promotion by dual inoculation with *Rhizoglyphus fasciculatum* (Thaxt.) Sieverding. *Acta Agronómica*, 65(3), 239-247.
- Nava, et al., (2012). Control biológico de plagas. *Cuidado con el medio ambiente*, 8 (3b), 17-29.
- Naveda, F. (2010 Extracto de ruda (*ruda graveolens*), con alto contenido de polifenoles (tesis/grado, quito Ecuador.
- Nieto, V. & Rodríguez, J. (2000). *Lafloensia speciosa*, Corporación Nacional de investigación forestal Santafé de Bogotá. Colombia. 517–536.
- Ojeda, et al., (2011). Importancia del uso de extractos biológicos, baja toxicidad para el medio ambiente: revisión. *Revista colombiana de entomología* 35(2), 1-5.
- Ojito Ramos, K., Herrera Sánchez, Y., Vega Pérez, N., & Portal Villafañá, O. (2012) estudios de actividad antioxidante in vitro y toxicidad de extractos hidroalcohólicos de hojas de citrus spp. (rutaceae). *Revista cubana de plantas medicinales*, 17 (4): 368- 379.
- Orduz-Rodríguez, J. O., Castiblanco, S., Calderón, C. L., & Velásquez, H. (2011).Potencial de rendimiento y calidad de 13 variedades e híbridos comerciales de cítricos en condiciones del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(2), 220-232.

- Pereda, I. G., & Girón, F. J. (2012). La enseñanza de la agricultura en la España de Fernando VII: el caso de Claudio Boutelou en el Jardín Botánico del Consulado de Alicante (1816-1819). *Bouteloua*, (9), 56-71.
- Pérez, E. (1978). Arborizaciones urbanas con especial atención a Bogotá (715.2 P438). Banco de la República, Bogotá (Colombia)
- Pérez, E. (2012). Plaguicidas botánicos: una alternativa a tener en cuenta. *Fitosanidad*, Plaguicidas botánicos: Una alternativa a tener en cuenta. *Fitosanidad*, 16(1). 16 (1), 51-59.
- Pérez-Alonso, N.(2011) Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo invitro. *Revista de Biotecnología Vegetal*,1(4),195- 211.
- Püntener, W.(1981) Manual for field trials in plant protection second edition. Agricultural Division, Corrected Mortality of Acary.
- Pupiro-Martínez, L, & Pino-Pérez, O. (2018). Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las familias Myrtaceae, Lamiaceae y Rutaceae sobre *Tetranychus tumidus* Banks. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3).
- Quevedo, O & Perichi, G. (2010). Uso de extractos acuosos y etanólicos de ruda *graveolens* con fines nematocida, 23(2), 43-53.
- Quintanar, C, et al., (2014) Efecto del extracto de ruda (*Ruta graveolens*) en el crecimiento micelial de *Trichoderma*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* ,5(8) ,1433-1446.
- Ramirez, A. (1984). Aspectos ecologicos sobre la distribucion de *tetronychus urticae* (acari: tetranychidae) y acaros de la familia *phytoselidae* (acari: mesostigmata) en naranja valencia (175).

- Reyes, D & Fernández, R. (2013). Planta de neem y grandes propiedades a través del extracto foliar de *Azadirachta indica*, 17(3), 34-41.
- Reyes, Q, et al., (2014). Efecto del extracto de ruda (*ruta graveolens*) en el crecimiento micelial de *Trichoderma*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(8), 1433-1446.
- Robaina, et al., (2016). Beneficios a través de la maceración citrus limón var. Criollo según la. *Revista de ciencias farmacéuticas y alimentarias*, 2(2),2-3.
- Rodríguez, D. & Montilla, J (2002) Disminución de la marchitez causada por *fusarium* en tomate con extracto de citrus con efectos positivos (costa rica) 63: 46-50.
- Rodríguez, J & Andrade, F. (2014). El uso de biocidas botánicos para el control de las plagas en agricultura urbana (II parte y final). *Alternativas*, 15(2), 43-52.
- Rodríguez, R et al., (2017). Actividad antimicrobiana de cáscaras y semillas de citrus y sus comportamientos. *Actualidades biológicas*, 39(106), 53-59.
- Roger, C, et al., (2004). Biopesticidas de origen vegetal. Mundi-prensa, versión española, 337. Recuperado de http://redbiblio.unne.edu.ar/pdf/0603-002102_I.pdf
- Romero, R. L., & Quintana, C. (2013). Efecto de dos extractos acuosos de meliáceas sobre *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Investigación Agraria*, 13(2), 95-100.
- Rosero, M, et al., (2015). Etnobotánica y fitoterapia en américa, Miroslav horak.1 edision. recuperado https://www.researchgate.net/profile/Miroslav_Horak/publication/283481774_Etnobotanica_y_fitoterapia_en_America/links/5639cd8608ae2da875c84a8c/Etnobotanica-y-fitoterapia-en-America.pdf.

- Ruiz, V. (2018). Liberación de predadores para el control de ácaros plaga en Guayacán de Manizales *Lafoensia acuminata* (Myrtales: Lythraceae) en casa de malla (Trabajo de grado/tesis, Unad). Bogotá DC.
- Salazar G., Claudia, & Betancourth G., Carlos. (2009). Evaluación de extractos de plantas para el manejo de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) en cultivos de papa en Nariño, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 219-226
- Soares, W. (2017) Síntesis Y Caracterización De Microcápsulas De Aceite Esencial De Naranja Para Su Uso En Aromaterapia (tesis/magister, universidad politécnica de valencia) Alcoy.
- Soto, G. (2013). Manejo alternativo de ácaros plagas con extractos vegetales. *Revista de ciencias agrícolas*, 30(2): 34 - 44.
- Stampella, P. C., Delucchi, G., Keller, H. A., & Hurrell, J. A. (2014). Etnobotánica de *Citrus reticulata* (Rutaceae, Aurantioideae) naturalizada en la Argentina. *Bonplandia*, 23(2), 151-162.
- Tello, V., Castillo, P., Briceño, R., & Sánchez, M. (2013). Parámetros biológicos de *Tetranychus desertorum* (Acari: Tetranychidae) sobre hojas de poroto. *Idesia (Arica)*, 31(4), 27-33. DOI: 10.4067/S0718-34292013000400004.
- Velázquez, T. D. M. (2016). Crecimiento de plantas de maíz (*Zea mays*) en un suelo contaminado con petróleo y remediado con extracto de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*). *Enfoque UTE*, 7(3), 1-13.
- Villamagua-Vergara, G. C., & Muñoz-Chamba, J. C. (2017). especies maderables comercializadas en mercados locales: un estudio de caso. *bosques latitud cero*, 6(2).

