

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO
RIVAS, NICARAGUA**



**EFFECTO ACARICIDA DE ACEITES ESENCIALES SOBRE EL
ÁCARO ROJO (*Tetranychus tumidus* Banks) EN EL CULTIVO
DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L) en condiciones de
laboratorio.**

TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTORES: JEYSON ALEXANDRE HERRADORA HERNANDEZ
NURYS MALENA ROCHA GONZÁLEZ**

TUTOR: MSc. LESTER PUPIRO MARTÍNEZ

Rivas, febrero 2022.

INDICE

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	3
III. MARCO TEÓRICO	4-20
3.1 ACEITES ESENCIALES	4
3.1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA	4
3.1.2 DEFINICIÓN DE ACEITES ESENCIALES	5
3.1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	6
3.1.4 PARTE DE LAS PLANTAS QUE SE EMPLEA PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES.....	6
3.1.5 MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	7
3.1.5.1 DESTILACIÓN POR VAPOR DE AGUA	7
3.1.5.2 Prensado en frío	8
3.1.5.3 EL ENFLORADO	8
3.1.6 USOS DE LOS ACEITES ESENCIALES.....	10
3.1.7 ACEITES ESENCIALES DE EUCALIPTO.....	10
3.1.8 ACEITE ESENCIAL DE MENTA.....	11
3.2 EL CULTIVO DEL PLÁTANO	12
3.2.1 ORIGEN Y DISPERSIÓN.....	12
3.2.2 TAXONOMÍA.....	13
3.2.3 PRODUCCIÓN MUNDIAL Y NACIONAL.....	13
3.2.4 IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	14
3.3 ACARO ROJO DEL PLÁTANO	15
3.3.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS ÁCAROS EN LA AGRICULTURA.....	18
3.3.2 MANEJO DEL ACARO ROJO.....	18
IV. HIPÓTESIS.....	21

INDICE

V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22-31
5.1 UBICACIÓN	22
5.2 TIPO DE ESTUDIO	22
5.3 CARACTERIZACIÓN Y DISEÑO DEL EXPERIMENTO	23
5.4 UNIVERSO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	23
5.5 TRATAMIENTOS A EVALUAR.....	24
5.6 PROCEDENCIA DE LOS ACEITES ESENCIALES	24
5.7 VARIABLES E INDICADORES.....	25
5.8 RECOLECCION Y ESTABLECIEMTO DE LA CRIA.....	25
5.9 CRIA YCUARENTENA	27
5.10 PREPARACION DE LA HOJA DEL PLATANO PARA EL BIOENSAYO	27
5.11 PREPARACION DE LOS PLATOS PETRI.	28
5.12 PREPARACION DE BIOENSAYO.....	29
5.13 APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTO	29
5.14 MODO DE PREPARACION Y APLICACIÓN DE LAS DISOLUCIONES.....	30
5.14 ANAALISIS Y EVALUACION DE LOS DATOS	30
VI. RESULTADO Y DISCUSION.....	32
VII. CONCLUSION.....	41
VIII. RECOMENDACIONES.....	42
IX BIBLIOGRAFIA	43-51
X ANEXO	52-54

INDICE

índice de figuras

figura 1. destilación por vapor de agua.....	8
figura 2. acaro rojo	15
figura 3. vista dorsal de la hembra <i>tetranychus tumidus</i>	16
figura 4. macho y hembra de ácaro rojo. <i>tetranychus tumidus</i>	17
figura 5. ubicación del experimento	22
figura 6. bandeja con los tratamientos	23
figura 7. hoja de plátano infectado por acaro.	25
figura 8. cría de acaro rojo.....	26
figura 9. bandeja de la cría de los ácaros	27
figura. 10 preparación del alimento a suministrar.....	28
figura. 11 preparación dela plato petri para el bioensayo	28
figura. 12 técnica de succión al vacío	29
figura 13. bioensayo de acaro con la técnica de micro inmersión	30
figura 14 micropipeta.....	30
figura 15. porcentaje de mortalidad a las 24h.....	33
figura 16. porcentaje de mortalidad a las 48h.....	35
figura 17. porcentaje de mortalidad a las 72h.....	37
figura 17. incremento de % de mortalidad 48h y 72h.....	38
figura 19. diferencia de % de mortalidad entre investigaciones	40

I. INTRODUCCIÓN

El ácaro rojo (*Tetranychus tumidus* Banks) (Acari: Tetranychidae), es una de las plagas más importantes para el cultivo del plátano en el mundo. Es un ácaro extremadamente polífago tiene informada una amplia lista de especies hospedantes donde se incluyen además otros cultivos de interés económico (Pupiro *et al.*, 2018).

Tetranychus tumidus es una plaga clave en muchos cultivos, tanto en invernadero como al aire libre. En general los ácaros, son de hábitos fitófagos, alimentándose directamente de la savia de las plantas, causando daños muy importantes. Existen más de 1.200 especies de ácaros en todo el mundo y tienen una gran capacidad de reproducción y son una plaga cosmopolita. En Nicaragua, se estima que entre el 15 y el 20 % de los daños que producen las plagas en los cultivos están causados por ácaros, donde se puede llegar a producir un 30 % de daño o la pérdida total del cultivo (Certis, 2020).

Según López y Puerta, (2015), en la actualidad se acepta la necesidad del uso de productos sintéticos; sin embargo, su uso indiscriminado trae diversas consecuencias negativas: desarrollo de resistencia (más de 80 productos acaricidas en 60 países), muchos son persistentes y bioacumulables causando contaminación ambiental (300 – 400 millones de desechos peligrosos), Altos costos económico (8 billones \$/ año), social (2 millones de intoxicaciones/ año y entre 300 mil – 400 mil pierden la vida), ambiental por el abuso de plaguicidas y Contaminación de los alimentos (80%) (60/año).

Los aceites esenciales, se han sugerido como una alternativa adecuada para el manejo de plagas por sus múltiples ventajas. Estas sustancias naturales poseen un amplio rango de acciones plaguicidas, no generan resistencia (poseen diferentes modos de acción), tienen baja toxicidad en mamíferos e impacto ambiental (se degradan rápidamente, evitando problemas ambientales de acumulación de residuos), son específicos (actúan selectivamente sobre la especie que se quiere

I. INTRODUCCIÓN

erradicar sin afectar a las otras) y compatibles con agentes de control biológico y muchos de ellos se encuentran disponibles en el mercado (Isman, 2016).

En Nicaragua existen pocos trabajos que relacionen el uso de aceites esenciales para el manejo de *Tetranychus tumidus* en el cultivo del como alternativa al uso de productos sintéticos su estudio y aplicación resultaría de gran interés para nuestra agricultura dependiente casi en su totalidad de productos sintéticos.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar la actividad acaricida de los aceites esenciales Menta (*Mentha piperita* L.) y Limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y Eucalipto (*Eucalyptus Globulus Labil*) en condiciones de laboratorio.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar la toxicidad de los aceites esenciales Menta (*Mentha piperita* L.), Limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y Eucalipto (*Eucalyptus Globulus Labil*) por microinmersión a diferentes tiempos de evaluación sobre *Tetranychus tumidus* en condiciones de laboratorio.
- Estimar la efectividad de los aceites más promisorios sobre *Tetranychus tumidus* a través del porcentaje de mortalidad.

III. MARCO TEÓRICO.

3.1. Aceites esenciales.

3.1.1 Breve reseña histórica

Las plantas aromáticas fueron empleadas desde tiempos remotos con el fin de mejorar el sabor de los alimentos, obtener perfumes y curar enfermedades. Estos vegetales poseen estructuras especializadas que producen y vierten al exterior sustancias conocidas como esencias o aceites esenciales. Se estima que el interés por los aceites esenciales tuvo su origen en Oriente, concretamente, en Egipto, Persia e India, donde se desarrolló la destilación simple como el método para su extracción del material vegetal. Más tarde, a principios de la Edad Media, se comercializaban aceites perfumados y ungüentos naturales que no eran exactamente aceites esenciales. (Lizárraga, 2019).

Los aceites esenciales han sido usados a través de la historia para una gran variedad de aplicaciones en el área del bienestar. Los egipcios fueron de las primeras personas en usar aceites esenciales aromáticos en la práctica médica, tratamientos de belleza, preparación de alimentos y en ceremonias religiosas. Los griegos usaron aceites esenciales en sus prácticas para masajes terapéuticos y aromaterapia. Influenciados por el uso de hierbas aromáticas de los griegos y Romanos, así como también los chinos y los Hindús Ayurvedas, los persas comenzaron a perfeccionar los métodos de destilación para extraer los aceites esenciales de plantas aromáticas (Esenciales del hogar, 2019).

En tiempos modernos, las propiedades poderosas para curar de los aceites esenciales fueron redescubiertos en 1937 por un químico francés, Rene Maurice Gattefosse, quien curó una mano con quemaduras graves solamente con el aceite de lavanda. Otro francés contemporáneo, el Dr. Jean Valnet uso aceites esenciales de grado terapéutico para tratar soldados heridos durante la segunda guerra mundial. El Dr. Valnet se convirtió en un líder mundial en el desarrollo de prácticas de la aromaterapia.

III. MARCO TEÓRICO.

El uso moderno de aceite esenciales ha seguido creciendo rápidamente mientras científico de la salud y médicos profesionales continúan investigando y validando los numerosos beneficios de salud y bienestar de los aceites esenciales de grado terapéutico (Hancock y Diaz, 2019).

Los AE se pueden encontrar en varios órganos de las plantas (flores, frutos, semillas, hojas, tallos y raíces) producidos y almacenados en estructuras secretoras que difieren en morfología, estructura, función y distribución. Estas estructuras especializadas minimizan el riesgo de auto toxicidad y pueden encontrarse en la superficie de los órganos de las plantas o dentro de los tejidos de las mismas, clasificándose como estructuras secretoras externas o internas, respectivamente (Lugo y Morales 2017).

3.1.2 Definición de aceites esenciales

Los aceites esenciales son fracciones líquidas volátiles, generalmente son mezclas homogéneas de hasta cien compuestos químicos orgánicos provenientes de la familia química de los terpenoides; son metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, producidos al momento de activarse mecanismos de defensa como respuesta a factores ambientales y ecológicos. Sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada (Ruiz *et al.*,2017).

De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los Bálsamos son de consistencia más espesa, poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización. Las Oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. En relación al origen se clasifican como naturales, artificiales y sintéticas. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes (Fajardo, 2018).

III. MARCO TEÓRICO.

3.1.3 Composición química de los aceites esenciales.

La composición química del aceite esencial depende, por una parte, de la especie vegetal: su procedencia, condiciones geobotánicas y agrícolas del cultivo; y por otra, de los procedimientos de extracción: duración y temperatura del método de obtención utilizado.³ Actualmente, en Europa, Asia y en algunos países de América Latina se estudia la composición de estos aceites por su gran utilidad en las industrias farmacéutica, biocida, tabacalera, alimentaria y petroquímica (Montesinos *et al.*, 2017).

Los Aceites Esenciales están formados fundamentalmente por monoterpenoides y sesquiterpenoides, así como fenilpropanoides entre otros. Estos compuestos que conforman el aceite son los responsables de la actividad de repelencia o mortalidad que causan sobre el insecto. Cada Aceite esenciales está compuesto por un gran número de compuestos, aunque suelen haber unos pocos predominantes que suponen más del 70% del total del aceite (Guirao *et al.*, 2017)

En cuanto a su composición química, se encuentran principalmente terpenos y fenilpropanos, a partir de los cuales se pueden constituir aldehídos, alcoholes, ésteres y cetonas, entre otros. Estos compuestos son los responsables de la fragancia y las propiedades biológicas de los aceites esenciales. Es importante resaltar que 85 % de estos aceites suele tener uno o dos compuestos mayoritarios (Ochoa *et al.*, 2017).

3.1.4 Parte de las plantas que se emplea para la extracción de aceites esenciales.

Los Aceite esenciales consisten en mezclas complejas que se originan del metabolismo secundario de las plantas. Pueden estar localizados en pelos, sistema vascular, hojas, tallos, flores o en otros sitios dependiendo de la especie vegetal.

III. MARCO TEÓRICO.

La composición química de un determinado AE puede variar en diferentes ejemplares de la misma especie vegetal, e inclusive en los diferentes órganos de la misma planta, como resultado de su propia fisiología, o debido al clima y a las condiciones del suelo (Rodríguez, 2019)

3.1.5 Métodos de obtención de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden obtener por distintos métodos. El más frecuente es la extracción en corriente de vapor (destilación). Otros métodos aplicables en casos concretos son la expresión en frío del pericarpio de los cítricos, el denominado enflorado con grasas a temperatura ambiente para extraer algunos aromas florales delicados y la extracción con disolventes orgánicos a temperatura ambiente (González, 2020).

3.1.5.1 La destilación por vapor de agua

La destilación por vapor de agua, o arrastre por vapor de agua, es la técnica más habitual para obtener aceites esenciales. Es la única técnica autorizada por la Farmacopea Europea, junto con el prensado en frío para extraer aceites esenciales de las cáscaras de los cítricos. El alambique fue inventado por los Faraones y perfeccionado por la civilización árabe. Consiste en general en una cuba de metal inerte como el cobre o el acero inoxidable, con un tamiz en el fondo para que las plantas no entren en contacto directo con el agua. El vapor generado atraviesa la planta y extrae las microgotas del aceite esencial. Este vapor de agua aromático se enfría en un serpentín mediante un circuito de agua fría. A la salida del serpentín, se obtiene una mezcla de agua aromática y aceite esencial. El aceite esencial, de menor densidad que el agua, flota, lo que permite recuperarlo por la diferencia de densidad mediante un vaso florentino o esenciero. El aceite esencial se separa del agua de destilación, el hidrolato (Hevea, 2019).

III. MARCO TEÓRICO.

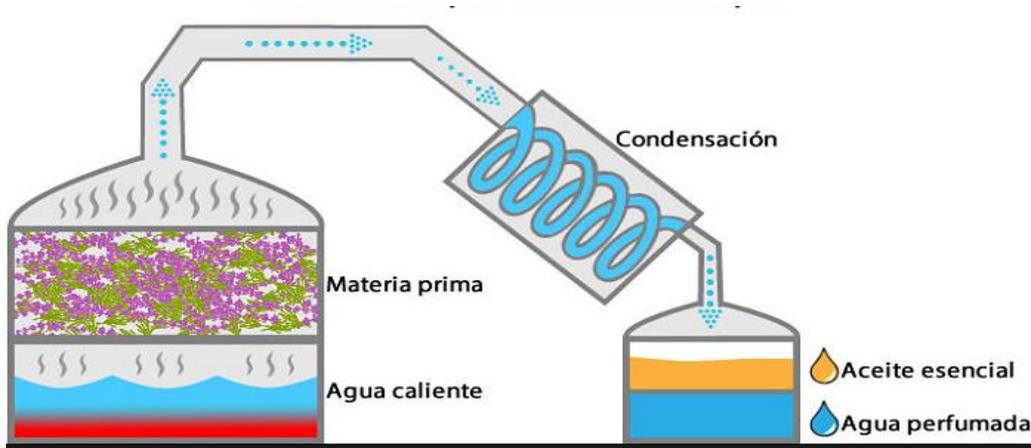


Figura 1: Destilación por vapor de agua

3.1.5.2 El prensado en frío

El aceite esencial se consigue mediante un proceso mecánico, sin calentamiento, conocido normalmente como “prensado en frío”. Se utiliza principalmente con los frutos de Citrus, e implica la expresión del aceite del pericarpio y su posterior separación por medios físicos. El método convencional de “prensado en frío” requiere aplicar una acción abrasiva a toda la superficie de la fruta bajo una corriente de agua. Una vez eliminados los residuos sólidos, el aceite esencial se separa de la fase acuosa por centrifugado. La mayoría de las instalaciones industriales de hoy en día permiten la producción simultánea o secuencial de zumo de fruta y aceite esencial (Consejo de Europa, 2016).

3.1.5.3 El enflorado

Enflorado o enfleurage se introduce la planta, generalmente pétalos de flores, en capas de grasas purificadas, de manera que se mantienen en contacto varios días, e incluso semanas, y las esencias van saturando la grasa poco a poco, al tiempo que se reponen capas de pétalos. A la “pomada” resultante se le añade alcohol, que se filtra al vacío para obtener un residuo llamado absoluto en el que está concentrada la esencia. Se emplea principalmente para flores de bajo contenido en esencia, pero muy apreciadas (rosa, azahar, violeta, jazmín, etc) (Aromaterapia, 2019).

III. MARCO TEÓRICO.

3.1.6 Usos de los aceites esenciales

Industria Alimenticia: son usados para saborizar y/o potenciar el sabor de todo tipo de bebidas, helados, galletas, golosinas productos lácteos, etc.²⁷ y para aromatizar productos como caramelos y chocolates. También se utilizan en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, en refrescos y helados. Otro de sus usos es como aditivos naturales: colorantes, antioxidantes o conservantes.

Industria cosmética: los AE ricos en citronelal, citral y acetato de geranilo son usados en perfumería²⁸ gracias a su potente olor; también suelen ser usados como conservantes y principios activos en diferentes productos. Por otro lado, muchos de estos AE son usados en aromaterapia²⁹ y en masajes terapéuticos gracias a su gran capacidad de penetración en los tejidos profundos. Otra propiedad importante está relacionada a su poder cicatrizante puesto que estimula la regeneración celular.

Industria agrícola: los AE han indicado poseer importantes propiedades antifúngicas, antimicrobianas, antibacterianas, acaricidas, insecticidas y herbicidas por lo que se están evaluando como agentes de control sobre diferentes clases de microorganismos.³⁰ Además, son usados para dar fragancia a los jabones, detergentes, desinfectantes, etc.

Industria farmacéutica: los AE que contienen grandes cantidades de 1,8- cineol se utilizan con fines farmacéuticos.³¹ Gracias a su actividad antiséptica, los aceites esenciales son muy usados para problemas de las vías respiratorias; para infecciones urinarias; infecciones de la epidermis; en antisépticos bucales y en dentífricos. Además, tienen muchas propiedades benéficas al actuar como antiinflamatorios, analgésicos, antivirales, antiespasmódicos, entre otras. También poseen propiedades antirreumáticas y antineurálgicas, útiles en el tratamiento de afecciones dolorosas articulares.

III. MARCO TEÓRICO.

Los aceites esenciales son tan medicamentos como lo pueden ser los alcaloides, los antibióticos o las enzimas. Igualmente se debe tener en cuenta que algunas esencias pueden ser muy peligrosas si no se manipulan con criterio profesional, en la forma, dosis y circunstancias apropiadas.

3.1.7 Aceite esencial de eucalipto.

Eucalyptus es un árbol australiano de la familia *Myrtaceae*, es uno de los géneros más importantes que incluye 140 géneros y unas 3,800 especies y subespecies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. Es cultivado ampliamente en Brasil, África, Sudeste de Asia y Sur de Europa El aceite esencial de eucalipto (AEE) al igual que otras plantas aromáticas tienen uso funcional y debido a ello, se ha permitido que sean componentes de muchos medicamentos patentados en forma de jarabes, pastillas, gotas nasales para la congestión nasal, resfriado, enfermedad bronquial y otros problemas respiratorios (Nolazco *et al.*, 2020).

Las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presenta en su composición aceites esenciales cuyo principal constituyente es el 1,8-cineol o eucaliptol (éter óxido terpénico), además, contienen: alfa-pineno, d-limoneno, p-cimeno, alfa-felandreno, canfeno, gamma-terpineol, sesquiterpenos, ácidos, taninos, pigmentos flavónicos, entre otros los cuales le otorgan propiedades antisépticas, bacteriostáticas, insecticidas y fungicidas.^{13,14} Además, recientes estudios han comprobado, por métodos no convencionales, las propiedades y el poder de compuestos aislados de las hojas de *Eucalyptus globulus* (Amaya y Sandoval, 2020).

El rendimiento de los aceites esenciales varía con cada especie, oscilando la mayoría de las veces entre 0.2 y 2 %. El rendimiento en aceite esencial de los *Eucalyptus* está determinado por la edad del árbol y las condiciones ecológicas del lugar donde crece. Con relación al *Eucalyptus globulus* Labill, nos dice que en forma industrial solo se obtiene aceite esencial de las hojas de esta especie, cuyo rendimiento en cineol es de 65 % (Lopez y Caso, 2015).

III. MARCO TEÓRICO.

3.1.8 Aceite esencial de menta

Menta (*Mentha piperita*) es una planta perenne herbácea, stolonífera, altamente aromática, que pertenece a la familia *Labiatae (Lamiaceae)*, y al género *Mentha*. Es un híbrido entre *Mentha aquatica* y *M. spicata* (también llamada *Mentha viridis*). La menta es originaria de Europa y está muy extendida en todo el mundo. Crece bien en climas templados, pero está ausente en aquellos con climas tropicales. La menta es una hierba perenne y resistente que crece y crece con facilidad si se cultiva en su propio jardín o en macetas, por lo que siempre puede tener a mano sus hojas frescas y fragantes (Ecosostenible, 2017).

Composición química de algunos aceites esenciales.

El aceite esencial de menta está compuesto principalmente por mentol 30-50%, mentona 15-30%, acetato de metilo 2,5-10%, cinerol, carvona, pineno, limoneno, timol y ácido valeriánico.

El aceite esencial de menta resulta excelente para incluirlo en la elaboración de jabones, champúes, geles, pastas de dientes y cualquier preparado casero que se te ocurra para la higiene, cosmética natural. Este aceite esencial ha sido obtenido por el método de destilación de sus flores y hojas y esto hace que todas sus propiedades medicinales se concentren en el aceite. Es, sin duda, uno de los aceites esenciales más conocidos y utilizados en aromaterapia (Ecoagricultor 2021).

III. MARCO TEÓRICO.

3.2. EL CULTIVO DEL PLÁTANO

3.2.1 Origen y dispersión

El origen de las musáceas es el suroeste asiático. Se cree que el genoma Balbisiana se originó en la costa este de la India y el genoma Acuminata en la costa este de lo que actualmente es Malasia, Tailandia y Myanmar. En 1450 d. C., con el proceso de conquista e invasión española a territorio americano, el cultivo de plátano es traído a territorio americano e implementado con gran intensidad gracias a que era un trópico con las condiciones climatológicas óptimas (Mejía, 2018).

A principios del Siglo XX, el cultivo de plátano pasa a ser uno de los más cultivados en Centro y Sur América, siendo uno de los sectores trascendentales de exportación y llegando a ser el cuarto cultivo a nivel internacional, tanto por su demanda nacional e internacional (Hurtado, 2016).

Nicaragua posee condiciones que van desde las adecuadas hasta las óptimas para la siembra de musáceas tales como: Rivas, Granada, Carazo, Managua, León, Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Nueva Segovia y zonas de la RAAN y RAAS (Espinoza, 2018).

El cultivo del plátano se ha instaurado como el segundo producto agrícola de importancia en el departamento de Rivas, destacándose el municipio de Buenos Aires cómo la mayor zona productiva, este cultivo es superado únicamente por la caña de azúcar, la experiencia que están viviendo los plataneros en Rivas es muy fructífera, esto gracias al uso de nuevas tecnologías que van implementando para mejorar la producción (Aráuz, 2018).

III. MARCO TEÓRICO.

3.2.3 Taxonomía

Musa paradisiaca es obtenida horticulturalmente a partir de las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* como cultivares genéticamente puros de estas especies. Fue clasificado originalmente por Carlos Linneo como *Musa paradisiaca* en 1753.

La clasificación taxonómica se detalla a continuación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa*

Especie: *M. Paradisiaca* L

3.2.4 Producción Mundial y Nacional

La producción mundial de plátanos fue de 86 millones de toneladas, es el cuarto producto de importancia agrícola después de los cereales arroz, trigo, maíz. Por razones climáticas, su cultivo está concentrado en África (16%), Asia (24%) y América Latina (60%) siendo este último el principal productor. La Unión Europea es el mayor importador de plátano con un 45% del total del mercado internacional, seguido de Estados Unidos (FAO, 2017).

Para el ciclo productivo 2017/2018 se obtuvo un área en producción de 22,000 manzanas con rendimientos de 40,000 mil unidades, oscilando un rendimiento por racimo entre los 50 a 60 unidades según el clon establecido y una producción anual de 880 millones de unidades (Rodríguez, 2019).

III. MARCO TEÓRICO.

La producción de plátano sigue en aumento, llegando a los mercados de toda Nicaragua y siendo exportado de manera constante, aportando mayores ingresos a la economía familiar y nacional. La producción de plátano ha venido creciendo en los últimos cinco años más que en cantidad en calidad. 45 mil unidades por manzana es el rendimiento promedio (Áreas, 2019).

El departamento de Rivas posee un área agrícola de 41,429 ha, de los cuales el 16.73% son áreas establecidas con plátano, que equivalen a 10,000 ha, distribuidas en diez municipios. Los de mayor área de siembra son: Cárdenas, Altagracia, Moyogalpa, Belén, Potosí, Buenos Aires y Rivas. (Plan de Desarrollo Municipal de Rivas). A nivel nacional existen alrededor de 4102 productores de plátanos, donde el 25% de los productores (1,020) se ubican en la Isla de Ometepe (Rivera y Tijerino 2019).

3.2.5 Importancia del cultivo

En la zona norte y central del país la producción de musáceas, principalmente plátano y banano ha venido incrementándose de manera vertiginosa. Con el inicio de la exportación a Estados Unidos se abrieron espacios para la exportación y comercialización en Canadá y Centroamérica en especial al Salvador donde se usan como materia prima para la agroindustria, el rubro se ha convertido de interés en la generación de divisas para el país (Espinoza 2018).

El cultivo del plátano se ha constituido en un renglón de gran importancia socioeconómica, desde el punto de vista de seguridad alimentaria y generación de empleo; también ha pertenecido a la economía campesina donde ha sido utilizado, fundamentalmente en la dieta alimenticia y como un cultivo capitalizador de dicha economía. (Velásquez, 2015)

A nivel mundial, el plátano representa importantes rubros en términos económicos para la mayoría de países productores, puesto que generan ingresos de divisas y constituyen fuentes permanentes y transitorias de trabajo para una parte de la población. Además, necesario con la seguridad y soberanía alimentaria de países en

III. MARCO TEÓRICO.

vía de desarrollo, ya que son alimentos básicos en la dieta diaria de millones de personas. (Orzama, 2017).

3.3 Acaro rojo (*tetranychus tumidus, banks*).

T. tumidus vive y se desarrolla sobre el envés de las hojas ya que se trata de la parte más porosa y blanda de la hoja. Se trata de pequeños ácaros que son perceptibles como pequeños puntitos rojos que se distribuyen por los órganos afectados, normalmente agrupados.

Si se fija la vista sobre estos ejemplares es posible ver su movimiento por el órgano de la planta. Para su identificación, los ejemplares machos tienen forma de pera y un color amarillento mientras que las hembras tienen una forma más redondeada y de un rojo anaranjado (Agrónomo global, 2013).



Figura 2. Acaro rojo.

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, ellas son largas y generalmente más oscuras o de un color distinto que los dos estadios de ninfa y las larvas; 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. Los machos suelen ser más pequeños y generalmente más puntiagudos en la parte posterior que las hembras (Road y Floor, 2014).

III. MARCO TEÓRICO.

Comprenden entre un 15 y 20% de las especies plaga de mayor incidencia económica en los cultivos. Muchas líneas de ácaros han evolucionado desde la depredación que se le supone al arácnido primitivo, hasta prácticamente adoptar todas las formas de explotación de recursos imaginables. Los ácaros han colonizado casi todos los hábitats terrestres, marinos y dulceacuícolas.



Figura 3. Vista dorsal de la hembra de *Tetranychus tumidus*.

En el cultivo del plátano y el banano, *T. tumidus* produce las mayores afectaciones en condiciones de vivero. En este sistema, las primeras poblaciones aparecen a partir de los 15 ó 20 días después de plantadas las vitroplantas. El ácaro se localiza preferentemente en el envés de las hojas más viejas, de las cuales migra hacia las hojas más jóvenes. En estas condiciones, puede llegar a impedir la comercialización de las posturas. También puede convertirse en el inóculo que llega a las plantaciones de fomento y por lo tanto, producir daños económicos, debido a la poca incidencia de enemigos naturales en esta fase del cultivo (3,4,5) (Pérez y Rodríguez, 2012).

Las condiciones óptimas son de altas temperaturas y bajas humedades relativas. Sus máximos niveles poblacionales se encuentran desde principios o mediados de

III. MARCO TEÓRICO.

septiembre hasta finales de abril. Se puede localizar en cualquier parte de las plantas y en cualquiera de sus estados evolutivos, preferentemente en la partesur y en las zonas más altas. Vive sobre hojas, frutos y ramas verdes. La hembra se suele encontrar por toda la hoja, mientras que los machos y larvas, en ciertos cultivos, prefieren el envés. La dispersión del ácaro puede efectuarse por medios propios o a través del hombre, pero el factor decisivo es el viento (Porcuna, 2011).

La duración del ciclo de desarrollo de *T. tumidus* es de 10 - 11 días a temperatura de 26 - 27 °C y 78 - 80 % de humedad relativa y entre 8 - 9 días en temperatura por encima de 30 °C y humedad relativa entre 80 - 85%, con pequeñas diferencias entre variedades. El potencial de reproducción es superior en la variedad Macho $\frac{3}{4}$ que en Victoria; el número de huevos por hembra es de 21 - 23; con una longevidad de 13 - 14 días. Se ha demostrado que la variedad Macho $\frac{3}{4}$ proporciona óptimas condiciones para el desarrollo y alimentación del ácaro con 2,9 veces más huevos y 2,1 veces más adultos por hembras en la primera generación. El umbral mínimo de desarrollo es de 12,9 °C para el adulto y 14 °C para el período de incubación (Morell).

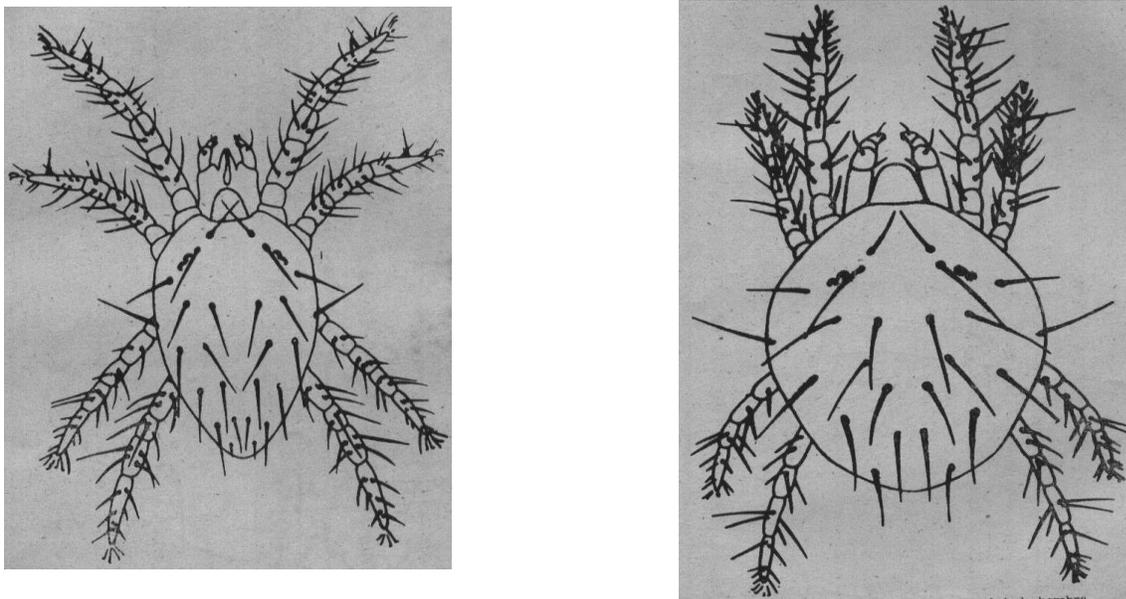


Figura 4. Macho y Hembra de ácaro rojo.

III. MARCO TEÓRICO.

El ácaro rojo (*Tetranychus tumidus* Banks), está distribuido en todo el territorio nacional y constituye uno de los agentes nocivos de mayor importancia para plátanos, causan severos daños y en las plantaciones jóvenes puede ocasionar defoliación y hasta la muerte; afectan a otros cultivos como la berenjena, el boniato, la malanga y la yuca; por lo que es de gran importancia desarrollar prácticas para el manejo de este ácaro que posibiliten mantener bajos niveles poblacionales, tales como las prácticas culturales y las biológicas, entre otras (Gómez *et al.*, 2010).

3.3.1 Importancia económica de los ácaros en la agricultura

Los daños por acaro conllevan al debilitamiento general de la planta, deformaciones de los órganos vegetativos y frutos, reducción de la cosecha. Se señalan 56-65 % de reducción de cosecha de frutos. La diversidad de especies de ácaros que se encuentran sobre las plantas es menor que la observada sobre la vegetación espontánea. A ello contribuye el monocultivo, prácticas culturales, aplicación de químicos u otras que disminuyen la diversidad biológica de los agroecosistemas. Las comunidades de ácaros sobre plantas cultivadas son por lo general poco diversas, pero su abundancia relativa es mayor (Almaguel, 2002).

Comprenden entre un 15 y 20% de las especies plaga de mayor incidencia económica en los cultivos. Muchas líneas de ácaros han evolucionado desde la depredación que se le supone al arácnido primitivo, hasta prácticamente adoptar todas las formas de explotación de recursos imaginables. Los ácaros han colonizado casi todos los hábitats terrestres, marinos (Cabrera y Murillo S/A).

5.3.2 Manejo del Acaro Rojo

Según Beltran (S/A) los países que están llevando a término programas de control integrado de los ácaros fitófagos, en diversos cultivos, mediante el auxilio de las poblaciones naturales teniendo en cuenta diversos aspectos como son:

Reducción drástica del número de aplicaciones químicas.

III. MARCO TEÓRICO.

Utilización de productos químicos selectivos.

Conocimiento de la fenología del cultivo.

Conocimiento de la fauna beneficiosa presente (ácaros e insectos depredadores)

Armonización de todos los métodos de control que existen.

Manejo biológico:

Depredadores: *Stethorus punctillum*, *Conwentzia psociformis*, *Chrysopa sp*, *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus*, *Amblyseius andersoni*, *Macrolophus caliginosus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*. Si la humedad cae por debajo del 70% en el microclima que rodea la hoja durante un periodo de tiempo prolongado, los huevos de la mayoría de los depredadores se deshidratan y no eclosionan. Sin embargo, aunque la humedad relativa baje drásticamente, el microclima que provoca la transpiración de la planta alrededor de la hoja.

Control botánico: (Extractos de plantas) En plantaciones de árboles puede ser necesario en algunos casos tratar los huevos de invierno, que están en diapausa con aceites, para bajar las poblaciones primaverales. Los aceites minerales, el azufre y la azadiractina ejercen un buen control sobre los ácaros (no mezclar aceites y azufre en ningún caso). En el caso de invernaderos con programas de control biológico.

Manejo con Aceites esenciales tales como son los aceites esenciales de menta y limón han presentado altas tasa de mortalidad en acaro.

Manejo químico: Productos químico utilizado en Nicaragua.

III. MARCO TEÓRICO.

Abamectina es un insecticida, acaricida y antihelmíntico de acción translaminar ampliamente utilizado en la agricultura. Su modo de acción afecta al sistema nervioso de los insectos provocando en última instancia su muerte.

Oberon® de Bayer es un acaricida-insecticida que contiene spiromesifen, sustancia activa que pertenece a una nueva clase química (derivados del ácido tetrónico o ketoenoles), con actuación sobre la síntesis de lípidos.

Criterios de intervención: Es fundamental vigilar su presencia a final de primavera y verano. En general, en árboles se puede considerar como nivel para intervenir que el 20% de las hojas observadas presenten formas móviles.

IV. HIPÓTESIS

Con la utilización de los aceites esenciales: Menta (*Mentha piperita* L), Limón (*Citrus limón* (L.) Osbeck) y Eucalipto (*Eucalyptus Globulus Labil*) se podrá encontrar un producto promisorio que iguale o supere al tratamiento acaricida (Abamectina) que se utiliza en el manejo del ácaro rojo (*Tetranychus tumidus* Banks)) en condiciones de laboratorio que sirva como alternativa al uso de productos sintéticos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 UBICACIÓN

El trabajo experimental se realizó en el laboratorio de Manejo Integrado de Plagas (MIP) perteneciente a la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), ubicada en el departamento de Rivas, Nicaragua, a 110 km al sur de la Capital, Managua, en el período de junio -agosto del 2021.



Fig. 5 Ubicación del Experimento.

5.2 Tipo de estudio

Por su tipo de estudio se clasifica como:

- 1- **Experimental:** Se evaluó la toxicidad por microinmersión utilizando tres aceites esenciales: Menta (*Mentha piperita L.*), Limón (*Citrus limon (L.) Osbeck*), y Eucalipto (*Eucalyptus Globulus Labill*) para evaluar el porcentaje de mortalidad de ácaro rojo (*Tetranychus tumidus Banks*) en condiciones de laboratorio.
- 2- **Comparativo:** Se pretende que algunos de los tratamientos de los aceites esenciales sean más efectivo que los tratamientos con producto sintético (Abamectina).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

3- **Corte transversal:** Los conteos se realizaron a las 24h, 48h y 72h para cada tratamiento a partir de la aplicación de los ácaros.

4- **Prospectivo:** Estudio en el que toda la información se recogió de acuerdo con los criterios del investigador y para los fines específicos de la investigación, después de la planeación de estos y se registró la información según fueron ocurriendo los fenómenos.

5.3 Caracterización y diseño del experimento

Para el desarrollo del experimento se utilizó un diseño de bloques al azar (BCA) con 6 tratamientos y 4 réplicas.



Figura 6. Bandeja con los tratamientos

5.4 Universo y tamaño de la muestra

Cada tratamiento constó de 25 ácaros por plato Petri, para un total de 100 ácaro en las 4 réplicas, 600 ácaros de todo el experimento.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 1. Cantidad de ácaros a evaluar por tratamiento y en todo el experimento.

Tratamientos	Nº de ácaros/ tratamiento	Nº de ácaros en las 4 replica
T1 – Abamectina (Control positivo)	25	100
T2 – Aceite de Menta (<i>Mentha piperita L.</i>)	25	100
T3 – Aceite de Limón (<i>Citrus limon L</i>)	25	100
T4 – Aceite de Eucalipto (<i>Eucalyptus Globulus</i>)	25	100
T5 – H ₂ O Destilada (Control negativo)	25	100
T6 – Peguno (20 %) (Control negativo)	25	100
Total	150	600

5.5 Tratamientos a evaluar

T1 – Abamectina (Control positivo)

T2 – Aceite de Menta (*Mentha piperita L.*)

T3 – Aceite de Limón (*Citrus limon L*)

T4 – Aceite de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)

T5 – H₂O Destilada (Control negativo)

T6 – Peguno (Control negativo)

5.6 Procedencia de los aceites esenciales

Los aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), Menta (*Mentha piperita L.*) y Limón (*Citrus limon L.*) Osbeck), fueron comprados a la Empresa Miaroma de Estados Unidos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.7 Variables e indicadores

Tabla 2. Variables e indicadores

Variable	Indicadores
Ácaros muertos	Porcentaje de Mortalidad
Tiempo de evaluación	Horas

Insectos muertos: Cantidad de ácaros inmóviles cuando se realizó el conteo.

Tiempo evaluación: Evaluación en horas de los tratamientos (24 h, 48 h y 72 h)

5.8 Recolección y establecimiento de la cría

Para la recolección de insectos adultos de *T. tumidus* se seleccionaron hojas de plátano (*Musa sp*) infectada en la finca el Carmen propiedad del productor Mauricio Leal, ubicada en el municipio de Potosí. Se trajeron muestras de hojas con presencia del acaro rojo las cuales se verificaron en el laboratorio haciendo uso de un estereoscopio y se excluyeron los ácaros depredadores. Se estableció una cría de ácaros rojo (*Tetranychus tumidus* Banks) en el laboratorio de MIP.



Figura 7. Hoja de plátano infectada de ácaros

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Posteriormente se procedió a preparar 4 bandejas que sirvieron para establecer la cría de los ácaros (algodón humedecido de fondo con hojas de plátano puestas con el envés hacia arriba, limpio y bordeado con algodón), en dichas bandejas se colocaron hembras adultas utilizando la técnica propuesta por (Dennehy *et al.*, 1993).

Las bandejas se colocaron sobre cuatro frascos impregnados de grasa para protegerlos de las hormigas, las hojas se cambiaron cada semana hacia una bandeja nueva con hojas frescas, la hoja vieja se fragmentó sobre la nueva bandeja y se procedió de esta forma durante 30 días.

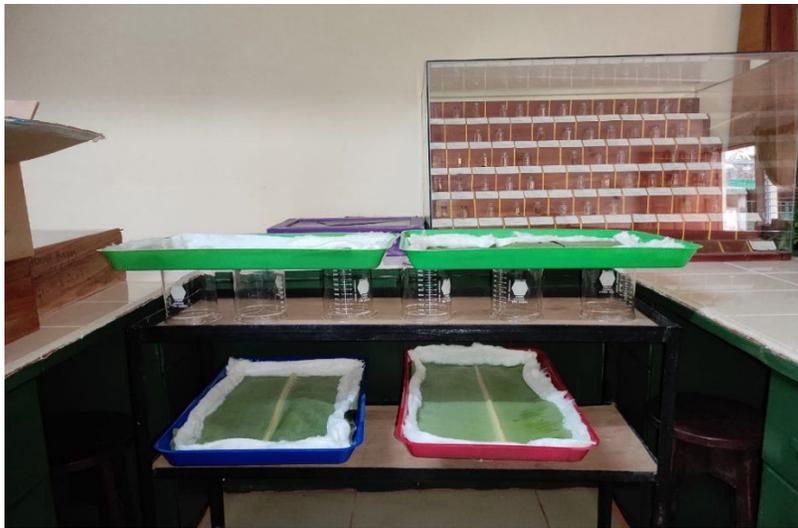


Fig 8. Cría de ácaro rojo (*T. tumidus*).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.9 Cría y cuarentena

Los ácaros obtenidos para el desarrollo del bioensayo fueron sometidos por el método de sobrevivencia sobre hojas de plátano (*Musa sp*), para cultivar con algodón humedecido en bandejas. En el mantenimiento de la cría y en el bioensayo se utilizaron hojas adultas.



Figura 9 Bandeja para la cría de los ácaros.

5.10 Preparación de la hoja de plátano para el bioensayo

Se llevaron al laboratorio de MIP hojas fresca de plátano procedente de la plantación, se lavaron con agua y detergente, posteriormente se secaron con un algodón y se fragmentó (6 x 5 cm) dejando el nervio central para ponerse dentro de platos Petri.

V. MATERIALES Y MÉTODOS



Figura 10 Preparación del alimento a suministrar

5.11 Preparación de los platos petri

Se colocó algodón humedecido en el fondo del plato Petri, luego se introdujo un trocito de la hoja de plátano fragmentada con el envés hacia arriba y se prensó el borde con el mismo algodón que servirá de barrera a los ácaros que se depositarán utilizando una aguja entomológica, se identificará cada plato colocándole una etiqueta con el número del tratamiento haciendo uso de un marcador permanente punta fina. Los ácaros tratados se secaron sobre discos de papel y platos Petri durante 10 s y posteriormente se van a transferir a hojas sanas de (*Musa sp*) en placas Petri.



Figura 11 Preparación de las placas Petri para el bioensayo

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.12 Preparación del bioensayo

Las bandejas de la cría establecida, se observaron bajo un estereoscopio y las hembras adultas se succionarán por la técnica de succión al vacío haciendo uso de puntillas de micropipetas, malla antiáfidos y mangueras de suero hasta alcanzar una cantidad de 25 - 30 individuos aproximadamente.



Fig 12. Técnica de succión al vacío.

Para evaluar la actividad acaricida de los aceites esenciales se utilizó el método de aplicación tópica de plaguicidas por microhmersión para ácaros propuesta por (Dennehy *et al.*, 1993).

5.13 Aplicación de los tratamientos

Se sumergieron los ácaros succionados en las muestras y se evaluaron durante 30s. Los ácaros tratados se secaron sobre discos de papel de filtro (1.5 cm²) durante 10s y posteriormente se transferirá a placas Petri (hojas sanas de *M. paradisiaca* y algodón humedecido de fondo con borde definido).

Los platos Petri se colocaron en bandejas plásticas sobre cuatro frascos impregnados de grasa para protegerlos de las hormigas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS



Fig 13. Bioensayo de ácaros por la técnica de micro inmersión.

5.14 Modo de preparación y aplicación de las disoluciones

Las diluciones se prepararon al 1 % según la metodología propuesta por Pino (2019) y se aplicarán por aplicación tópica, utilizando una micropipeta de 20 μ l el cual equivale a 0.02 ml.



Figura 14. Micropipeta.

El muestreo se realizó a las 24 h, 48 h y a las 72 hora en todos los tratamientos. Para el conteo de los ácaros se colocó el plato Petri en el estereoscopio sin destapar para evitar la Volatilización de los aceites esenciales Anexo tabla 2.

5.15 Análisis y evaluación de los datos para el procesamiento estadístico

Para evaluar el efecto de los tratamientos, se determinará el porcentaje de mortalidad través de la siguiente fórmula:

V. MATERIALES Y MÉTODOS

$$D = \frac{AM}{TA} \times 100$$

TA

D = Porcentaje de mortalidad.

AM = Total ácaros muertos.

TA = Total de ácaros

Para evaluar el efecto de los tratamientos, se realizó un análisis estadístico a través de la comparación de medias de LSD de Fischer por el programa estadístico Infostat

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados estadísticos obtenidos a través de la fórmula de porcentaje de mortalidad Según Muñoz *et al.*, (2017) para evaluar el efecto acaricida de los aceites esenciales de Menta (*Mentha piperita* L.), Limón (*Citrus limon* (L.) Osbeck) y Eucalipto (*Eucalyptus Globulus Labil*) por la técnica de micro-inmersión sobre *Tetranychus tumidus* a diferentes tiempos de evaluación a las 24h, 48h y 72h. Mostraron diferencias significativas en dependencia al tiempo de evaluación, siendo el aceite de Menta (98%) y Limón (96.2%) los de mejores resultados seguido del aceite esencial de Eucalipto (94%). Pino (2015) plantea que para que un aceite esencial sea candidato promisorio deberá presentar un porcentaje de mortalidad mayor o igual a un 85% en condiciones de laboratorio.

Tabla 3 Resultados de los tratamientos

Tratamientos	Mortalidad (%)*		
	24 h	48 h	72 h
T1-Abamectina (+)	100 a	100 a	100 a
T2- <i>Mentha piperita</i> (1%)	90.00 b	96.00 a	98.00 a
T3- <i>Citrus limon</i> L (1%)	88,00 c	92,50 b	96,20 a
T4- <i>Eucalyptus globulus</i> (1%)	86.00 c	91.30 b	94.00 b
T5- Peguno 20 % (-)	0,44 d	5,30 d	5,45 d
T6- Agua destilada (-)	2,00 d	2,00 d	2,00 d

Letras iguales no difieren significativamente, letras diferentes difieren significativamente ($p \leq 0,05$).

A las 24h de evaluación el tratamiento de mejor resultados fue el tratamiento T1 - Abamectina con un 100% de mortalidad, el cual difiere significativamente de los demás tratamientos, seguido del tratamiento T2- Menta con un 90% de mortalidad el cual difiere significativamente con los demás tratamientos y por último los tratamientos T3-Limón con un 88% de mortalidad y el tratamiento T4-Eucalipto con un 86% los cuales no difieren entre sí. A las 24 horas todos los tratamientos con aceite esenciales presentan actividad acaricida mayor o igual al 85% de mortalidad en condiciones de laboratorio lo que sugiere la posibilidad de utilizarlo para el manejo de acaro rojo *Tetranychus tumidus* en el cultivo del plátano.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

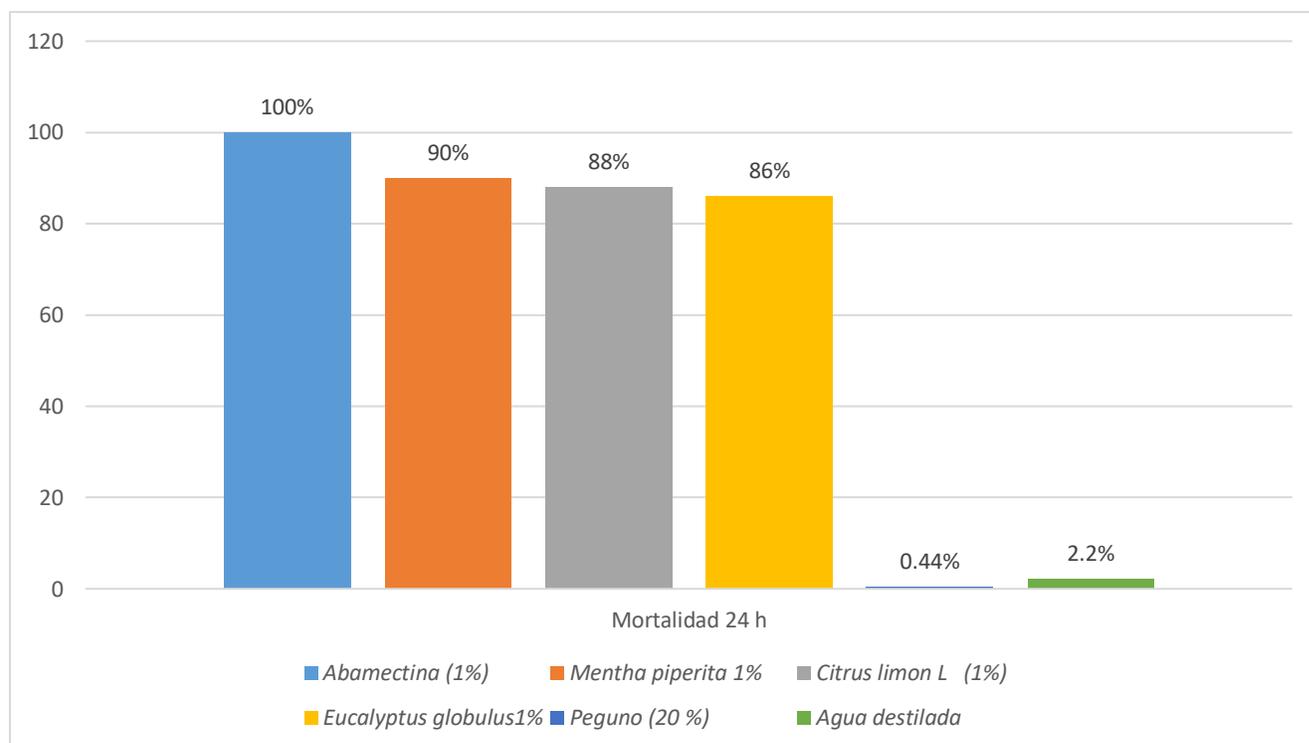


Fig 15. Porcentaje de mortalidad a las 24h

Estos resultados de investigación difieren de Pupiro *et al.*, (2018) quienes evaluaron la actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las *Myrtaceae*, *Lamiaceae* y *Rutaceae* sobre *Tetranychus tumidus*, por el método de micro inmersión, a una concentración de 1 %. Obteniendo como resultado que el aceite esencial de Menta obtuvo un 85.71% de mortalidad, Limón con 83.09% y Eucalipto con 68.91%. Los porcentajes de mortalidad fueron inferior al 86 % en los ácaros tratados a las 24 de evaluación.

Estos resultados de investigación difieren de Oliveira *et al.*, (2021) quienes evaluaron la actividad acaricida y repelencia de aceites esenciales *Rosmarinus officinalis*, *Mentha piperita*, *Melaleuca alternifolia* y *Commiphora myrrha*, sobre el manejo de *Tetranychus urticae* en condiciones de laboratorio a una concentración de 0.55 ml obteniendo como resultado 68% 60% y 36% de mortalidad mientras que el acaricida fenpiroximato presentó un 80%.de mortalidad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados de investigación difieren de Mauricéa *et al.*, (2021) quienes evaluaron el efecto acaricida del aceite esencial de *Citrus limon* para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch, a diferentes concentraciones de 0.05 y 0.09 μ L, el cual tuvieron como resultado, que todos los aceites exhibieron una toxicidad satisfactoria para los huevos y las hembras de *T. urticae* y fueron incluso más tóxicos que el producto comercial Azamax, por lo tanto, el uso de productos basados en los AE estudiados en combinación con el enemigo natural *Neoseiulus californicus* es una opción viable en sistemas agroecológicos para el manejo de *T. urticae*

A las 48h de evaluación los tratamientos de mejores resultados fueron el tratamiento T1– Abamectina con un 100% de mortalidad y el tratamiento T2- Menta con un 96 % de mortalidad, los cuales no difieren significativamente, esto puede ser debido que el aceite esencial de menta presenta como compuesto principal al mentol (30-50%), mentona (15-30%), acetato de metilo (2,5-10%), cinerol, carvona, pineno, limoneno, timol y acido valeriánico compuestos que han sido reportados por su actividad acaricida, seguidos de los tratamientos T3-Limón con un 92.5% de mortalidad y el tratamiento T4-Eucalipto con un 91.3% el cual no difieren entre sí significativamente.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

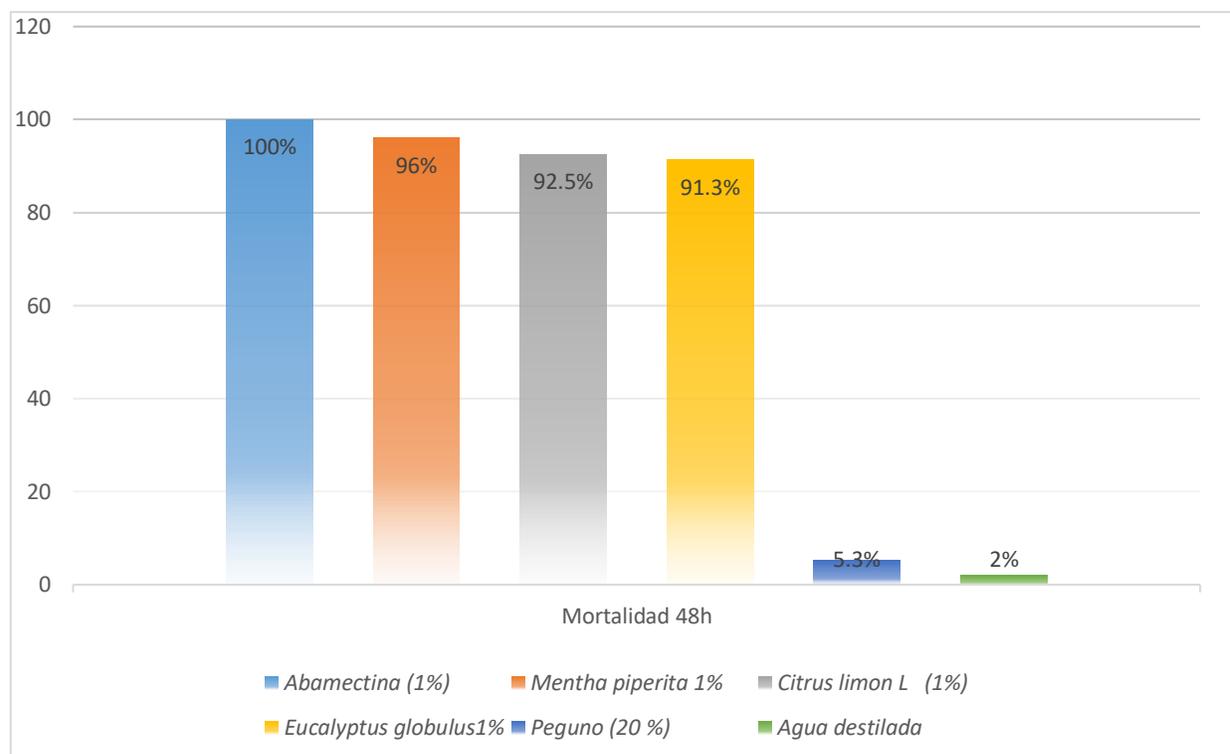


Fig16. Porcentaje de mortalidad a las 48h

Estos resultados de investigación coinciden con Choi *et al.*, (2004) quienes evaluaron la toxicidad de los aceites esenciales para *Tetranychus urticae* (Acari: *Tetranychidae*) y *Phytoseiulus persimilis* (Acari: *Phytoseiidae*), el cual obtuvo como resultado que los aceites esenciales de eucalipto y menta mostraron mortalidades superiores al 90% en todos los ácaros tratados.

Esto difiere de Pupiro *et al.*, (2018) ya que a las 48 hora de evaluación el tratamiento *Mentha piperita* obtuvo un 88.02% de mortalidad. El tratamiento *Citrus limón* con un 83.10% este tratamiento mantuvo su mortalidad en las 24 y 48h. El tratamiento - *Eucalyptus globulus* con 69,33% al igual no tuvo incremento de mortalidad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados difieren de Botta, y Romeu, (2005) donde evaluaron el aceite de romero a las concentraciones de 0.25 %; 0.50 % y 0.75 % en condiciones de laboratorio sobre el ácaro rojo del plátano (*tetranychus tumidus banks*) provocando provocaron un 100% de mortalidad a las 48 horas de aplicados, esto puede ser debido a su principal componente 1,8 cineol similar compuesto que presenta el aceite de eucalipto.

A las 72h de evaluación los tratamientos de mejores resultados fueron T1- Abamectina con un 100% de mortalidad, el tratamiento T2- Menta con un 98 % de y el tratamiento T3-Limón con un 96.2% los cuales no difieren significativamente, este último está compuesto por un 90-95% de monoterpenos (Limoneno), citral, canfeno, pineno, felandreno, citronelal, terpinol, aldehídoetílico, acetato, de linalilo, acetato de geranilo, citropteno compuestos que han sido reportados por su actividad acaricida.

El tratamiento T4-Eucalipto presenta una mortalidad superior al 85% aunque difiere significativamente de los de más tratamientos con un 94% de mortalidad también es un candidato promisorio para el manejo del acaro rojo en condiciones de laboratorio, esto pudo ser debido a su principal componente es el 1,8-cineol o eucaliptol los cuales le otorgan propiedades antisépticas, bacteriostáticas, insecticidas, acaricidas y fungicidas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

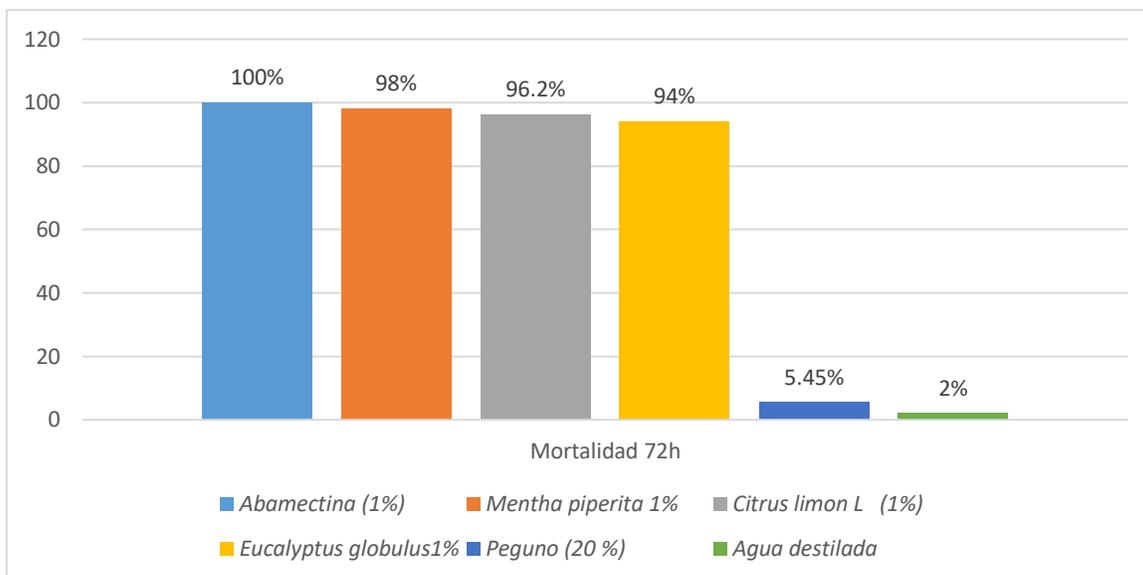


Fig17. Porcentaje de mortalidad a las 72h

Estos resultados de investigación coinciden con Perrucci (1995) quienes evaluaron la actividad acaricida de aceites esenciales de dos especies de lavanda, menta y eucalipto a diferentes dosis (6 μ l, 2 μ l, 1 μ l, 0,5 μ l y 0,25 μ l) en condiciones de laboratorios para determinar su actividad acaricida contra *Tyrophagus longior*, (ácaro de los alimentos almacenados). Obteniendo como resultado que, en las dosis más altas, los aceites esenciales de las dos especies de lavanda y de menta controlan al 100% de los ácaros tratados, por contacto directo e inhalación.

Estos resultados coinciden con Reddy y Dolma, (2017) quienes evaluaron la actividad acaricida de los aceites esenciales *Mentha longifolia L*, *Mentha piperita L.*, *Cymbopogon flexuosus (Nees ex Steud.)*, *Chrysopogon zizanioides (L.)*, *Acorus calamus (L.)*, *Cedrus deodara (Roxb.)* Y *Aegle marmelos (L.)* contra la araña roja de dos manchas, *Tetranychus urticae Koch*, a una concentración de 15.86 mg el cual los resultados mostraron que el aceite de *Mentha piperita* fue el de mejores resultados con un 100% de actividad repelente.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados de investigación coinciden con Momen *et al.*, (2018) quienes evaluaron la actividad acaricida del aceite esencial de *Mentha longifolia* sobre *Tetranychus urticae* a diferentes concentraciones (2,95, 3,47, 3,74 μL) contra huevos, ninfas y hembras. Obteniendo como resultado un 99.4% de mortalidad de los ácaros tratados.

Esto difiere de Pupiro *et al.*, (2018) que obtuvo a las 72 hora de evaluación el tratamiento *Mentha piperita* con un 88.48% de mortalidad, en el tratamiento *Citrus limón* con un 83.57% y en el tratamiento - *Eucalyptus globulus* con 70.59%.

Los tratamientos incrementaron su porcentaje de mortalidad a las 48h ya que el tratamiento T2 *Mentha piperita* aumento hasta un 6% de 24 a 48 hora el T3 *limon* aun 4.5 % y el T4 - *Eucalyptus globulus* en 5.3% Fig7.

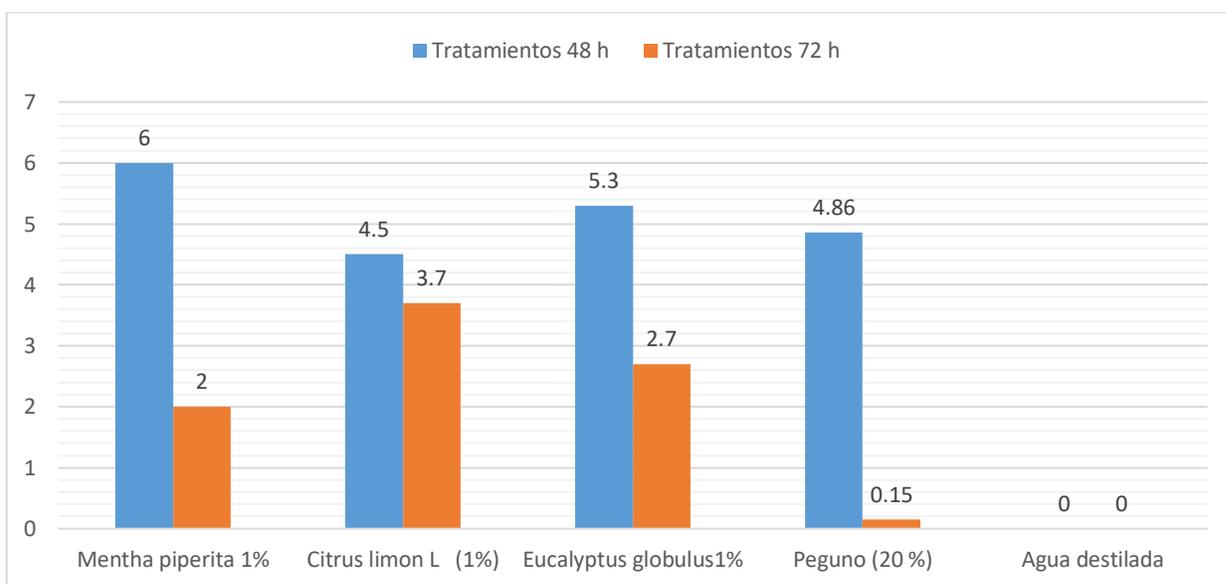


Fig18. Incremento de % de mortalidad 48h y 72h

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4. General de los resultados estadístico Pupiro *et al.*, (2018)

Tratamientos	Mortalidad (%)*		
	24 h	48 h	72 h
Dicofol (1%)	100 a	100 a	100 a
<i>Mentha piperita</i> (1%)	85,71bA	88,02 bA	88,48 cA
<i>Citrus limon L</i> (1%)	83,09 bA	83,10 bA	83,57 cA
<i>Eucalyptus globulus</i> (1%)	68,91 cdA	69,33 cA	70,59 dA

Diferencia de % de mortalidad entre ambas investigaciones 24h, 48h y 72h.			
Tratamientos	Mortalidad (%)		
	24 h	48 h	72 h
<i>Mentha piperita</i>	4.29	7.98	9.52
<i>Citrus limon L</i> (1%)	4.91	9.4	12.63
<i>Eucalyptus globulus</i>	17.09	21.97	23.41

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

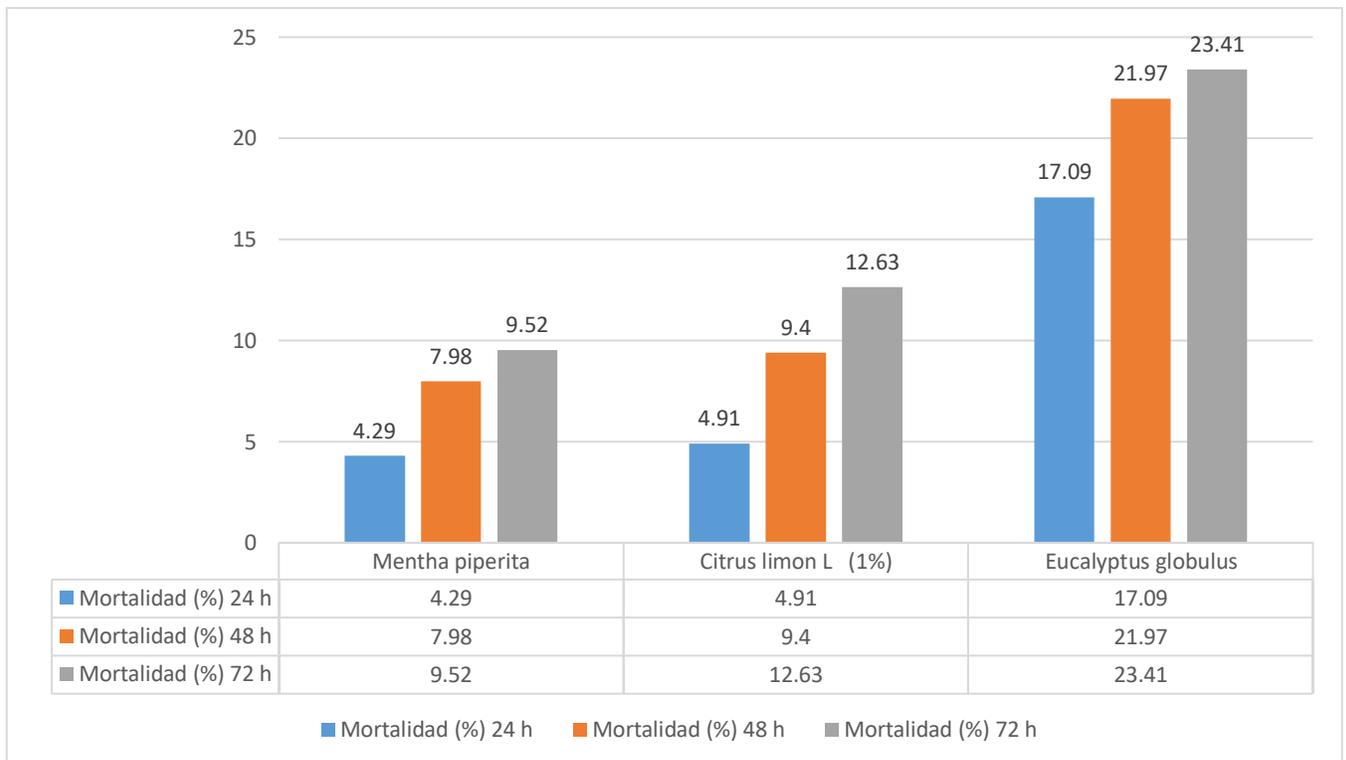


Fig 19. diferencia de % de mortalidad entre ambas investigaciones 24h, 48h y 72h

Ramírez (2011), plantea que en la actualidad se buscan alternativas que sean tan efectivas como los insecticidas sintéticos, pero que no dañen la salud humana ni el ambiente como lo son los aceites esenciales.

VII. CONCLUSIONES

- A las 24h de evaluación el tratamiento T1 - Abamectina fue el de mejor resultados con un 100% de mortalidad, seguido del tratamiento T2- Menta con un 90% de mortalidad los cuales difieren significativamente.

- A las 48h de evaluación los tratamientos de mejores resultados fueron T1 - Abamectina con un 100% de mortalidad y tratamiento T2- Menta con un 96 % de mortalidad los cuales no difieren significativamente.

- A las 72h de evaluación los tratamientos de mejores resultados fueron: T1 - Abamectina con un 100% de mortalidad, T2- Menta con 98% de mortalidad y T3-Limón con un 96.2% de mortalidad el cual no difieren significativamente.

VIII. RECOMENDACIONES

- Repetir el experimento en condiciones de vivero para lograr resultado significativo.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en vivero, recomendarlos a campo para lograr conclusiones definitivas.
- Una vez obtenido los resultados en vivero y campo recomendarlo a la producción.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. CENTA, 2018. Cultivo de plátano (*Musa Paradisiaca*)
2. Estrada, 2019. Altas temperaturas y condiciones de baja humedad favorecen el incremento de sus poblaciones que pueden alcanzar niveles perjudiciales y causar graves daños a las plantas hospederas.
3. Certis, 2020. NOTICIAS Y ACTUALIDAD AGRÍCOLA. Insecticidas para arañas: cómo acabar con la araña roja en tus cultivos. Disponible: <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/insecticidas-para-aranas-como-acabar-con-la-arana-roja-en-tus-cultivos/>.
4. Umaña, 2019. Revista Nicaragua potenciará producción del plátano, banano y guineo. Disponible: <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:96088-nicaragua-potenciara-produccion-del-platano-banano-y-guineo>.
- 5.
6. La Calera Revista Científica Vol. 18. No. 30, p. 29-32 / junio 2018. Quintero, 2013. CETREX, 2014. Comportamiento agronómico del plátano (*Musa paradisiaca*).
7. Castillo N, González D, Gómez J , González C. Efecto de los extractos acuosos de anonáceas sobre *Tetranychus tumidus* Banks. *Métodos en Ecol y Sist.*
8. Pérez *et al.*, (2018) (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018) Revista de Ciencias Ambientales. Fitófagos de banano y plátano bajo condiciones de cambio climático en Cuba.
9. López. C, J y Puerta M, 2015 Guía para la gestión integrada de plagas en plataneras.

IX. BIBLIOGRAFÍA

10. Isman, M. B. 2016. Pesticides based on plant essential oils: Phytochemical and practical considerations.', in Medicinal and aromatic crops: production, phytochemistry and utilization. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 13–26. doi: 10.1021/bk-2016-1218.ch002
11. Isman, M., y Tak, H. 2017. Comercialización de Insecticidas basado en aceites esenciales de plantas: pasado, presente y futuro. Manual de pesticidas verdes, aceites esenciales para control de plagas.
12. Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2018) Fitófagos de banano y plátano bajo condiciones de cambio climático en Cuba. Obtenido de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view>.
13. Infoagro, 2019. **Establecimiento de cultivo de plátano con plantas in vitro**
Disponible: <https://infoagronomo.net/establecimiento-de-cultivo-de-platano-con-plantas-in-vitro/>
14. Pupiro, Perez y pino, (2018). Revista de Protección Vegetal. Actividad acaricida de aceites esenciales de especies pertenecientes a las *familias Myrtaceae, Lamiaceae* y *Rutaceae* sobre *Tetranychus tumidus Banks*.
Disponible <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v33n3/2224-4697-rpv-33-03-e03.pdf>
15. Tobías, (2019). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad Nacional de La Plata. Aplicación de aceites esenciales en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) como alternativa al control de *Nacobbus aberrans*".
16. Quispe, (2018). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA. EFECTO INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (*Eucaliptus globulus*) Y ALTAMISA (*Franseria artemisioides*) CONTRA EL KCONA KCONA (*Eurysacca melanocampta*) DEL CULTIVO DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*).

IX. BIBLIOGRAFÍA

17. López y Sandoval (2015). TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO. EFECTO DE LA TOXICIDAD POR APLICACIÓN TÓPICA DE SEIS ACEITES ESENCIALES SOBRE PICUDO NEGRO (*COSMOPOLITES SORDIDUS* GERMAR) DEL CULTIVO DE PLÁTANO EN CONDICIONES DE LABORATORIO.
18. Lugo y Morales (2017). USO DE LOS ACEITES ESENCIALES EN EL CONTROL DE PLAGAS
19. (Torres y Lagos, 2020). Evaluación del aceite esencial de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) sobre el ácaro rojo de aves *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (*Acarí Dermanyssidae*) bajo condiciones de laboratorio. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7015255>.
20. Huamán y Silva, (2020). Agoindustrial Science. Efecto acaricida de aceite esencial de molle (*Schinus molle*) en el control de *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*).
21. Delgado *et al.*, 2020. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad. Educación ambiental para el manejo apropiado de agrotóxicos en comunidades rurales.
22. (Mesa et al., 2019). INTA. Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos.
23. (Valdés, 2017). Uso potencial de aceites esenciales de *Cymbopogon citratus* y *Laurus nobilis* para el control de *Myzus persicae* en lechuga bajo cubierta.

IX. BIBLIOGRAFÍA

24. (Puerto et al., 2014). Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud.
Disponible:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
25. Idesia vol.31 no.3 Arica oct. 2013. Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento, *Capsicum annuum L.*
26. Pupiro, y Pino (2015). Rev. Protección Veg. vol.30 supl.1 La Habana dic. 2015. Toxicidad aguda del aceite esencial de *Pimienta dioica (L) Merr* sobre *Cosmopolites sordidus Germ* y *Metamasius hemipterus Oliv.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid
27. Valdés, (2017). Tesis presentada para optar al título de magister scientiae en protección vegetal. Uso potencial de aceites esenciales de *Cymbopogon citratus* y *Laurus nobilis* para el control de *Myzus persicae* en lechuga bajo cubierta
28. Botta, .Y. Finalé, C. R. Romeu, 2018. Control in vitro del ácaro rojo del plátano (*tetranychus tumidus banks*) con aceite esencial de romero.
29. Isman, M. B; Wilson, J. A & Bradbury, R. 2008. Insecticidal Activities of Commercial Rosemary Oils (*Rosmarinus officinalis*) Against Larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in Relation to Their Chemical Compositions. Pharmaceutical Biology.
30. Isman, M. B. 2016. Pesticides based on plant essential oils: Phytochemical and practical considerations.', in Medicinal and aromatic crops: production, phytochemistry and utilization. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 13–26. doi: 10.1021/bk-2016-1218.ch002.

IX. BIBLIOGRAFÍA

31. Isman, M., y Tak, H. 2017. Comercialización de Insecticidas basado en aceites esenciales de plantas: pasado, presente y futuro. Manual de pesticidas verdes, aceites esenciales para control de plagas. Disponibles en: <https://www.routledgehandbooks.com/pdf/.../9781315153131-2>

32. Jiménez, M. E. 2017. Manejo agroecológico de los principales insectos plagas de cultivos alimenticios de Nicaragua.

Marco teorico

33. Lizarraga, 2019. Cultura Científica. El alma de plantas, las esencias de las aromáticas. Disponible: <https://culturacientifica.com/2019/02/10/el-alma-de-plantas-las-esencias-de-las-aromaticas/>

34. Esenciales del hogar, 2019. Los aceites esenciales a través de la historia. Disponible: <https://www.esencialesdelhogar.com/aceites-esenciales/los-aceites-esenciales-a-traves-de-la-historia-2/>

35. Hanco y Diaz, 2019. Tesis para optar el título profesional Químico Farmacéutico. Evaluación de la actividad analgésica y antiinflamatoria de una crema elaborada a base de aceite esenciales

36. Ruiz et al., 2017. Monografía para optar al Título de Licenciado Químico-Farmacéutico. Diseño y formulación de una loción contra el estrés a base de aceites esenciales de Toronjil (*Melissa officinalis*) y Lavanda (*Lavandula angustifolia*)

IX. BIBLIOGRAFÍA

37. Fajardo, 2018. Monografía. EFECTO DE LOS ACEITES ESENCIALES EN LOS SÍNTOMAS EMOCIONALES DE LA ANSIEDAD, DEPRESIÓN Y ESTRÉS UNA REVISIÓN LITERARIA.
38. Montesinos et al., 2017. Revista cubana de planta medicinales. Composición química de los aceites esenciales de las hojas de ocho plantas medicinales cultivadas en Ecuador Disponible: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/428/282>
39. Guirao et al., 2017. El uso de aceites esenciales como insecticidas y repelentes de pulgones.
40. Ochoa et al., 2017. Aceites esenciales y sus componentes como una alternativa en el control de mosquitos vectores de enfermedades. Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v37s2/0120-4157-bio-37-s2-00224>
41. Rodríguez, 2019. PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE: DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE. ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE PAMPA ANÍS (*Tagetes filifolia* Lag.) SOBRE EL GORGOJO DEL MAÍZ (*Pagiocerus frontalis*).
42. González, 2020. Tecnosoluciones. Aceites esenciales: sus usos e importancia. Disponible: <https://tecnosolucionescr.net/blog/232-aceites-esenciales-sus-usos-e-importancia>
43. Hevea, 2019. Los aceites esenciales. (Consejo de Europa, 2016). Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). Guía sobre aceites esenciales en productos cosméticos.

IX. BIBLIOGRAFÍA

44. Aromaterapia, 2019. Perfumeria-y-cosmetica. Disponible: <https://esticaywellness.com/wp-content/uploads/2019/01/Perfumeria-y-cosmetica-Capitulo-ejemplo.pdf>.
45. Nolasco et al., 2020. Revista de Investigaciones Altoandinas. Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. Disponible: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000300274&script=sci_arttext#B28.
46. Amaya y Sandoval, 2020. Proyecto integral de grado para optar al título de INGENIERO QUÍMICO. EVALUACIÓN DE LA OBTENCIÓN Y USO DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (*EUCALYPTUS GLOBULUS*) COMO FUNGICIDA.
47. López y Caso, 2015. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL. “Rendimiento y Composición Química de Aceites Esenciales de *Eucalyptus archeri* y *Schinus molle* -Valle del Mantaro”
48. Ecosostenible, 2017. *Mentha piperita*. Disponible: <http://antropocene.it/es/2017/05/20/mentha-piperita/>.
49. Ecoagricultor 2021. 8 usos prácticos del aceite esencial de menta Disponible: <https://www.ecoagricultor.com/aceite-esencial-menta>
50. Pérez y Rodríguez 2012. Revista de Protección Vegetal. Biología y conducta alimentaria de *Neoseiulus longispinosus* (Evans) sobre *Tetranychus tumidus* Banks. Disponible: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000300006.

IX. BIBLIOGRAFÍA

51. Agrónomo global 2013. Araña roja (Tetranychus spp.) Disponible: <https://agronomoglobal.blogspot.com/2013/06/arana-roja-tetranychus-spp.html>.
52. Road y Floor, 2014. PROTOCOLOS DE DIAGNÓSTICO DE LA NAPPO. PD 03: Identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas.
53. Porcuna, 2011. Ficha técnica de insectos, Ácaros. Servicio de Sanidad Vegetal. Valencia.
54. Morell. Manual de Acarología para Ingenieros Agrónomos. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).
55. Gómez et al., 2010. Efecto de los ácaros de rojo (*TETRANYCHUS TUMIDUS BANKSANKS*)
56. Almaguel, 2002. MORFOLOGÍA, TAXONOMÍA Y DIAGNOSTICO FITOSANITARIO DE ÁCAROS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA. Curso Introductorio a la Acarología Aplicada.
57. Cabrera y Murillo. ÁCAROS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN CÍTRICOS.
58. Beltran et al., Principales ácaros plagas que afectan la fruticultura cubana.
59. Mejía, 2018. Guía Centa_Platano. CULTIVO DE PLÁTANO (Musa paradisiaca) Disponible: http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf

IX. BIBLIOGRAFÍA

60. Pupiro, L y Pino. O. 2015. Efecto de la toxicidad aguda por aplicación tópica del aceite esencial de pimienta (*Pimenta Dioica (L.) merr*) sobre picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germ) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus* Oliv) en el cultivo del plátano (*Musa paradisiaca* L.). Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria (SISA). Cuba.
61. Pupiro, M. L; Pérez, M. Y. y Pino, P. 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):1–7.
62. Tijerino, M. C y Rivera, R. O. 2019. Potencialidades de aceite esencial de *Pimenta dioica* para el manejo del picudo negro del plátano en condiciones de laboratorio. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Antonio de Valdivieso (UNIAV), Rivas, Nicaragua.

X. Recursos Humanos, Materiales y Financieros

Tabla 6. Recursos humanos y costos financieros.

Materiales / Insumos	Cantidad	Unidad de medida.	Costo C\$ unitario	Costo U\$ unitario	Costo total C\$	Costo total U\$
Platos Petri	24	Unidad	350	10.00	8,280	236.5
Aceite esencial Menta (<i>Mentha piperita L.</i>)	1	Frasco de 10 ml	350	10.00	350	10
Aceite esencial Eucalipto (<i>Eucalyptus Globulus Labill</i>)	1	Frasco de 10 ml	350	10.00	350	10
Aceite esencial Limón (<i>Citrus limon Osbeck</i>)	1	Frasco de 10 ml	350	10.00	350	10
Bandejas	7	Unidad	230	6.57	1610	46
Algodón	4	Libra	196	5.6	196	5.6
Peguno	1	Litro	280	8	280	8
Abamectina	1	Frasco de 100 ml	210	6	210	6
Micro pipetas	1		7,700	220	7,700	220
Beaker	4	50 ml	455	13	4,550	130
Total			10,471	299.17	23,876	682.1

X. CRONOGRAMA DE TRABAJO

Para la ejecución del trabajo investigativo se cumplió con diversas etapas que van desde la presentación de propuesta de protocolo hasta la entrega. Cabe destacar, que está en correspondencia con los periodos necesarios para la implementación de cada una de las réplicas de bioensayo que se pretenden montar en el laboratorio de Manejo Integrado de Plagas.

Tabla 7. Cronograma de Trabajo

Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
	1	2	3	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Presentación de propuesta de protocolo	■																											
Reuniones con el Tutor		■																										
Inicio de elaboración de protocolo		■	■	■																								
Presentación de Avances al Tutor				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Entrega del Protocolo																					■							
Recolección y traslado de los ácaros a laboratorio																					■	■						
Reproducción de la cría																					■	■	■					
Implementación del bioensayo																					■	■	■	■				
Recopilación de datos																					■	■	■	■				

