



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO
TEMAPACHE**

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

“Evaluación de acción repelente de dos extractos (*Bursera simaruba* y *Justicia spicigera*) sobre *Tribolium castaneum*”

PRESENTA

Denis Isabel Hernández Castellanos

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

DIRECTOR DE TESIS

M.C Nancy Deyanira Hernández Castellanos

CO- DIRECTOR DE TESIS

M.I.A Miguel Alberto Pérez Vargas

XOYOTITLA, ÁLAMO TEMAPACHE, VER. ABRIL DE 2022

DEDICATORIA

A mi madre, Nori Castellanos, por su constante cariño, amor, consejos e incondicionalidad.

A mi hermana, Nancy Hernández, que es como una segunda madre para mí, por su guía y cuidados.

A mis hermanos, José Hernández y Andrés Hernández, por su absoluto apoyo y cuidado.

A mi sobrina, Daniela Hernández, mi motor y alegría de cada día.

AGRADECIMIENTOS

A Jehová Dios, el creador del universo, fuente del conocimiento y sabiduría.

A la M.C. Nancy Deyanira Hernández Castellanos, Director de tesis, por la orientación y absoluto apoyo en el proyecto.

Al M.I.A Miguel Alberto Pérez Vargas por su apoyo y guía en la realización del presente proyecto.

A la comisión revisora, integrada por la M.C Rosa María Monroy López y M.C Cinthya Berenice Fosados, por sus recomendaciones para el desarrollo de este proyecto.

Al Instituto Tecnológico Superior de Alamo Temapache por brindarme su guía, conocimientos y herramientas necesarias durante 4 años y el desarrollo de esta tesis.

RESUMEN

La plaga de *Tribolium castaneum* es la que mayormente afecta a la industria harinera, una alternativa de control son los productos naturales, entre los cuales se encuentran los extractos de plantas. Se evaluó la actividad repelente de *Bursera simaruba* y *Justicia spicigera*, aplicando el método de área de preferencia. Los resultados muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos de concentración 75:75 y 50:50 extracto/acetona a las 4 h de exposición a *B. simaruba*. El extracto *J. spicigera* mostro diferencias significativa entre los tratamientos de concentración 100:100 y 75:75. En conclusión es viable utilizar el extracto de *B. simaruba* en concentración 50:50 extracto/acetona y *J. spicigera* en concentración 50:50 contra la plaga de *T. castaneum*.

The *Tribolium castaneum* plague is the one that mainly affects the flour industry, an alternative control is natural products, among which are plant extracts. The repellent activity of *Bursera simaruba* and *Justicia spicigera* was evaluated, applying the area preference method. The results show significant differences ($P < 0.05$) between the 75:75 and 50:50 acetone/extract concentration treatments at 4 h of exposure to *B. simaruba*. The *J. spicigera* extract showed significant differences between the 100:100 and 75:75 concentration treatments. In conclusion, it is feasible to use the extract of *B. simaruba* at a concentration of 50:50 extract/acetone and *J. spicigera* in concentration of 100:100 against the plague of *T. castaneum*.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	3
1.1.1 Plagas en la industria harinera	3
1.1.2 Métodos de control de plaga.....	3
1.1.3 Alternativas de control.....	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
1.4 HIPOTESIS	7
1.5 OBJETIVOS	8
1.5.1 Objetivo general:.....	8
1.5.2 Objetivos específicos:	8
2.0 MARCO TEÓRICO	9
2.1 Plagas en granos y harinas almacenadas.....	9
2.2 <i>Tribolium castaneum</i>	10
2.3 Control de plagas	11
2.4 Efectos repelentes de extractos vegetales	12
2.4.1 Obtención de extractos de origen vegetal	13
2.4.2 Destilación por arrastre de vapor	13
2.5 Especie <i>Bursera simaruba</i>	14
2.6 Especie <i>Justicia spicigera</i>	15
3.0 ESTADO DEL ARTE	16
4.0 METODOLOGÍA	18
4.1 Diseño experimental de bioensayo	18
4.2 Preparación de muestra.....	19
4.3 Obtención de extractos de <i>B. simaruba</i> y <i>J. spicigera</i>	20
4.4 Cría de <i>Tribolium castaneum</i>	21
4.5 Ensayos de actividad repelente y actividad biocida.....	21
4.6 Análisis estadísticos	22
5.0 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	23
5.1 Efecto repelente de los extractos	23
5.2 Efecto biocida de los extractos	24
CONCLUSIÓN.....	26
BIBLIOGRAFÍA	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posibles puntos de aparición de plagas.	10
Figura 2. Ciclo de vida de <i>T. castaneum</i> .	11
Figura 3. Diseño experimental de bioensayos de repelencia de <i>B. simaruba</i> y <i>J. spicigera</i> contra <i>T. castaneum</i> .	18
Figura 4. Recolección de especie <i>J. spicigera</i> .	19
Figura 5. Recolección de especie <i>B. simaruba</i> .	19
Figura 6. Morfología de las ramas.	20
Figura 7. Columna de Extracción de Aceites Esenciales por Arrastre de Vapor.	20
Figura 8. Eliminación de gorgojos muertos.	21
Figura 9. Bioensayo de repelencia.	22
Figura 10. Acción repelente y biocida de los extractos <i>J. spicigera</i> y <i>B. simaruba</i>	25

1. INTRODUCCIÓN

El control de plagas es una de las principales problemáticas a las que se enfrentan los agricultores, ya que están presentes en el cultivo y en la post-cosecha, provocando pérdidas económicas, algunas cifras conservadoras plantean que a nivel mundial las pérdidas pueden alcanzar el 30 %, pero aclaran que estas pueden ser mayores y cercanas al 50 % en las zonas tropicales y subtropicales (Espeek, 2015). La costa de México es tropical, lo que la hace susceptible a la aparición de plagas, los porcentajes de las pérdidas post-cosecha en granos almacenados son del 20 a 30%, sin embargo, la FAO reportó que estos porcentajes oscilan entre 10 a 25%. Estos valores varían según la temperatura de las regiones, debido a que los insectos proliferan a temperaturas de 17 a 35°C, en la mayoría de los insectos a partir de los 35°C disminuyen su población.

El insecto *T. castaneum* se desarrolla en un rango de temperatura de 32 a 35°C, y es una de las especies que provoca más pérdidas en la cosecha que ya ha sido almacenada; el producto infestado por este insecto produce un olor y sabor desagradable de los granos, harina o vegetales secos. Para evitar esto, se usan productos químicos, sin embargo, la exposición continua y concentración alta del químico provoca que el insecto genere resistencia, sumando a esto que son dañinos para la salud y el ambiente (Mohammad *et al.*, 2007). Debido a ello se buscan otras alternativas para el control de plaga del *T. castaneum* que no tenga un impacto negativo en el ambiente, ni en la salud humana, por ejemplo, se han investigado plantas que poseen mecanismos aleloquímicos de efecto tóxico, antialimentario o repelente para sustituir los productos sintéticos, como es el caso de la sábila, que produce Aloína y antraquinonas, como método de defensa directa contra insectos y hongos, la espinaca, productora de fitoecticonas, que imita a la hormona de muda de los insectos, interrumpiendo el desarrollo de las larvas y aumentando la mortalidad de insectos. Así mismo, existen reportes del efecto repelente de especies arbóreas como *Azadirachta indica*, *Bursera simaruba*, *Annona reticulata* sobre *Anopheles* y *Triatoma dimidiata*, así como el efecto plaguicida de *Justicia spicigera* sobre *Uromyces appendiculatus* (Villavicencio, *et al.*, 2010; Arias *et al.*, 2017;

Gómez, 2020). Con base en lo anterior, el presente trabajo evaluó el efecto repelente de los extractos de *B. simaruba* y *J. spicigera* sobre *T. castaneum*.

1.1 ANTECEDENTES

La presencia de plagas en la industria harinera puede llegar a provocar pérdidas y devaluación del producto de 10 a 30%, esta cifra puede variar dependiendo de distintos factores, como el tipo de almacén de la materia prima y el producto terminado, condiciones climáticas, material almacenado, el estado de la maquinaria utilizada durante el proceso, como molinos, cernidores, tuberías, empacadores y empaques del producto (Viñuela *et al.*, 2016).

1.1.1 Plagas en la industria harinera

Las plagas que comúnmente se encuentran en las harinas son los coleópteros, esto se debe a que su morfología es muy diversa y se adaptan a cualquier hábitat, su alimentación también es variada, ingieren hojas, polen, raíces, frutos, flores, animales y excremento, por ello se les clasifica por suborden *Adephaga* (coleópteros carnívoros), suborden *Myxophaga* (coleópteros herbívoros) y suborden *Polyphaga* (coleópteros omnívoros). Los lepidópteros se consideran plagas secundarias, pues se encuentran mayormente en la harina y granos causando un grave deterioro, también se alimentan de cereales, frutos secos, carne y materia en descomposición y al igual que los coleópteros su multiplicación es grande, pues, dependiendo de la especie, pueden llegar depositar de 40 a 4500 huevos. El ciclo de su metamorfosis también coincide con la del coleóptero, después de eclosionar, se convierte en larva, luego en pupa y finalmente en adulto. Por último, se encuentran las plagas que no se reproducen continuamente en la harinera o almacén (ratones), las que son atraídas por las plagas predominantes (aves) y las parasitarias (ácaros) (Viñuela *et al.*, 2016).

1.1.2 Métodos de control de plaga

Los métodos de control pueden actuar de forma preventiva o curativa, por ejemplo, en el método de control cultural, al desinfectar los espacios de almacén y maquinaria, la rotación de materia prima y producto terminado, se crea un ambiente desfavorable para la plaga, impidiendo su reproducción. Aun así, el control químico se ha convertido en el método más común, debido a su acción rápida, fácil obtención, fácil aplicación, poca mano de obra y se

pueden controlar varias plagas a la vez, sin embargo, su aplicación no solo causa trastornos en el insecto, sino también en el entorno biótico y abiótico. Una clasificación de los pesticidas es de acuerdo a su forma de actuar, ya sea por contacto, sistémico, fumigante o por ingestión estomacal. Los insecticidas comúnmente utilizados para el control de los coleópteros es el K-obiol, insecticida-gorgojicida, su componente principal es la Deltametrina un piretroide, que al entrar en contacto o ser ingerido afecta el sistema nervioso provocando la muerte del insecto y el insecticida Actellic, su ingrediente activo es pirimifosmetil, elimina la plaga por contacto directo, ingestión e inhalación (Sygneta, 2018).

1.1.3 Alternativas de control

Se ha observado que, ante la presencia de ciertas plantas, disminuían las colonias de insectos, por ello, se llevaron a cabo investigaciones de plantas para analizar el grado de repelencia del extracto o aceite de la madera u hojas de la planta. El primer repelente fue el aceite de citronella, el cual es obtenido de las hojas y tallos de especies *Cymbopogon nardus*. Años después fue sustituido por dimetilftalato y dietiltoluamida (DEET), los insectos después de ser expuestos a este repelente no pueden localizar la fuente de sustancias químicas que los atraen (Colorado, 2015). La toxicidad de los repelentes de origen natural es casi cero en los humanos y otros mamíferos, siendo menos tóxicos que los repelentes tradicionales. Sin embargo, su costo de producción es alto, ya que demanda una alta cantidad de hojas y tallos, dependiendo directamente de la época de cosecha, sumando que su aplicación debe de ser constante (Daza *et al.*, 2006).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años ha aumentado la aparición de plagas en harinas y granos almacenados y se prevé que siga incrementado debido al cambio climático. Una de las plagas comunes en México, es de *T. castaneum* en los cereales y harinas almacenados, provoca un olor y sabor desagradable, lo que genera pérdidas económicas de hasta el 30%; para controlar la plaga se usan insecticidas químicos, sin embargo, contaminan el producto que es rociado y su uso constante puede provocar que los insectos generen resistencia (Mohammad *et al.*, 2007). Algunas alternativas para el control de plagas en granos y harinas almacenadas, sin aplicación de productos sintéticos, son la utilización de mezclas de arena, cenizas de carbón vegetal y otros vegetales, o bien mezclas de plantas como la semilla de chile guajillo (*Capsicum annum*), el epazote morado (*Chenopodium ambrosoides*), el ajo (*Allium sativum*) y la ruda (*Ruta graveolens*), junto a los granos para evitar la reproducción de los insectos (Salgado, 2018).

Así mismo, en el caso de *T. castaneum* se ha estudiado la aplicación de aceites esenciales y extractos etanólicos, de plantas con actividad repelente como *Bursera graveolens*, *Ocimum campechianum*, *Piper divaricatum*, *Piper sanctifelisis*, *Siparuna guianensis*, *Palicuria guianensis*, y *Solanum nudum* en granos y harinas almacenados (Chávez, *et al.*, 2016; Benitez, & Valencia, 2016). La planta *J. spicigera* es utilizada como plaguicida para control de chahuistle (*Uromyces phaseoli*), como control bacteriano y fúngico de *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *B. subtilis* (Bernardo *et al.*, 2018). Por las características y amplio uso del género *Bursera* y *J. spicigera* el presente proyecto tiene como objetivo evaluar la actividad repelente del extracto de *B. simaruba* y *J. spicigera* sobre *T. castaneum*.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Uno de los problemas que enfrenta la industria harinera es la presencia de especies plaga como *T. castaneum*, que dañan los granos y harinas almacenados al depositar sus huevecillos en los granos dañados, lo que confiere color ámbar y olor acre, por sus excretas, a las harinas. Con el fin de controlar dichas plagas se ha dado uso excesivo a los repelentes e insecticidas químicos, lo que a su vez es uno de los factores detonantes de la contaminación al medio ambiente (Pérez, 2014).

Existen estudios que demuestran la actividad repelente de extractos de especies arbóreas de *Bursera copallifera* y *Bursera grandifolia* contra el gusano *Spodoptera frugiperda* (Aldana *et al.*, 2010), sobre *J. spicigera*, se ha demostrado su actividad antifúngica aplicado extractos crudos contra *Colletotrichum gloeosporioides*, que ataca follaje, flores y frutos de árboles, como el aguacate y naranja provocando pérdidas considerables en la producción. El presente estudio tiene como objetivo brindar una alternativa para el control de plagas mediante el uso del extracto de *B. simaruba* y *J. spicigera* como repelente de *T. castaneum*.

1.4 HIPOTESIS

Los extractos de *B. simaruba* y *J. spicigera* presentan actividad repelente sobre *T. castaneum*.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general:

Evaluar la actividad repelente del extracto de *B. simaruba* y *J. spicigera* sobre *T. castaneum*.

1.5.2 Objetivos específicos:

- Obtener ejemplares adultos de *T. castaneum*.
- Realizar ensayos de actividad repelente de los extractos de *B. simaruba* y *J. spicigera* sobre *T. castaneum*.
- Comparar la actividad repelente de *B. simaruba* y *J. spicigera*.

2.0 MARCO TEÓRICO

2.1 Plagas en granos y harinas almacenadas

Se considera plaga a aquellos que dependen el producto almacenado para su desarrollo, existen plagas primarias, las cuales tienen la capacidad de perforar y comer los granos durante su maduración o en almacenamiento; las plagas secundarias se alimentan de los granos ya perforados por la plaga primaria o de productos del grano, como la harina, cema o salvado. La mayoría de las plagas son artrópodos, donde el 75% son coleópteros o escarabajos, con más de 365,000 especies, las cuales son reconocidas por sus alas duras, llamadas élitros que cubren sus alas membranosas. El orden Coleoptera es el más grande de los insectos, por ello existen variedades de formas, tamaños y hábitos, aun así, todos sufren una metamorfosis completa y tanto adulto y larva pueden triturar y morder gracias a sus piezas bucales mandibuladas (Koppert, 2022).

El 15% de las plagas son lepidópteros, con casi 120,000 especies a nivel mundial, con alas revestidas de escamas superpuestas que las protegen de la lluvia y confieren colores característicos de que cada especie, por ejemplo, la *Ephestia kuehniella*, los adultos son nocturnos, miden entre 10 y 14 mm, su ciclo de vida es entre 40-45 días en condiciones ambientales favorables, con una temperatura del 25°C, sus larvas se alimentan de harinas o granos dañados, rara vez de frutos secos. Por último, el 10% de las plagas corresponde a los ácaros. Los adultos miden entre 0.4-0,6 mm, se caracterizan por su color blanquecino, patas marrones y pelos largos al final del cuerpo. Se desarrollan en ambientes con elevada humedad, y logran sobrevivir a temperaturas muy bajas (Viñuela *et al.*, 2016). Dichas plagas se desarrollan por factores ambientales favorables en los almacenes y áreas de producción por el alimento constante y abundante que asegura el desarrollo de la especie, otro factor es la condición en la que se encuentra el almacén, si se encuentra aislado del exterior, la limpieza y el estado del material almacenado, ya que si tiene poca manipulación la población de artrópodos tiende a aumentar. La figura 1 es un ejemplo de donde podría detectarse

poblaciones de plagas comunes, tomando en cuenta las condiciones que propician el desarrollo de dichas plagas.

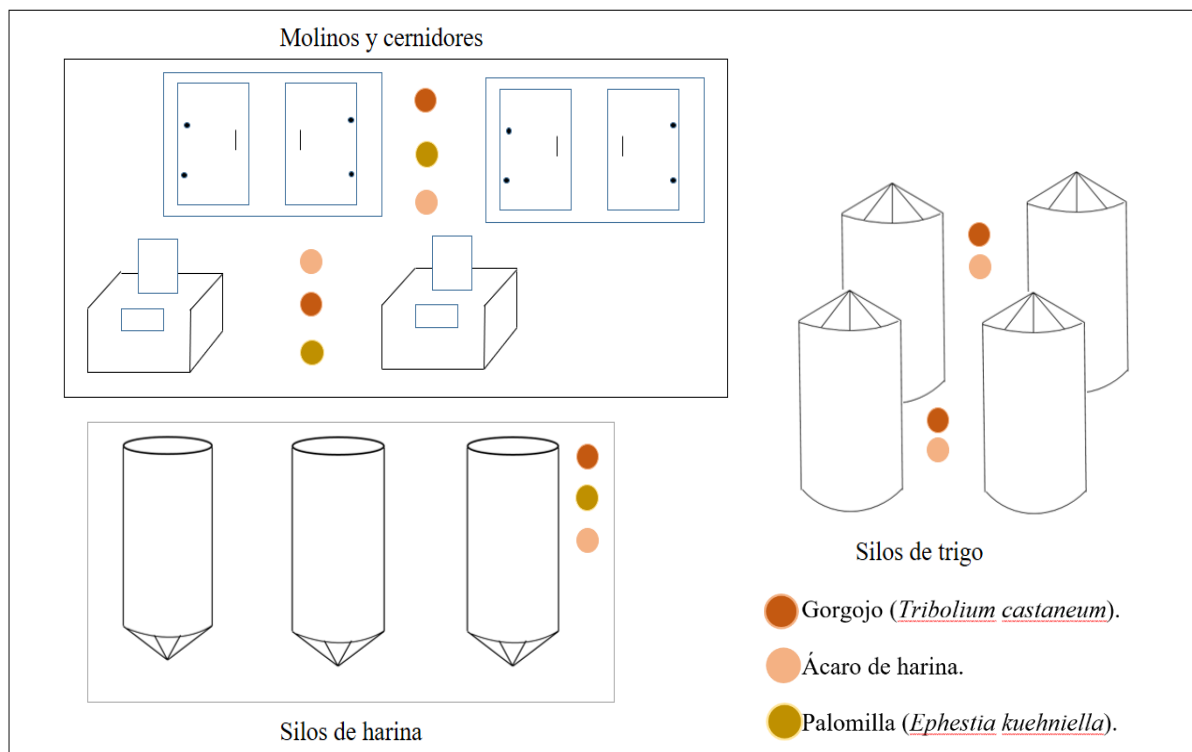


Figura 1. Posibles puntos de aparición de plagas.

Fuente: Elaboración propia con base al análisis de puntos críticos.

2.2 *Tribolium castaneum*

Este insecto es un ejemplo de los coleópteros con mayor porcentaje de presencia en las harineras. El insecto *T. castaneum* o escarabajo rojo de la harina es una plaga secundaria, miden entre 3-4 mm de largo, con coloración marrón rojizo. Las larvas son alargadas y móviles, su coloración inicial es blanquecino, que se torna en color amarillo-marrón al final de su desarrollo, alcanzando un tamaño de 6-7 mm, posteriormente se convierte en pupa y finalmente en adulto (Figura 2). La hembra puede llegar a depositar 1000 huevos durante todo su ciclo de vida el cual es de 7 semanas a 3 meses, sin embargo, puede llegar a vivir 2

o 3 años si las condiciones ambientales son favorables la duración de cada etapa es aproximadamente 3 días en el huevo, 16 en estado de larva y 5 en estadio de pupa (Viñuela *et al.*, 2016).

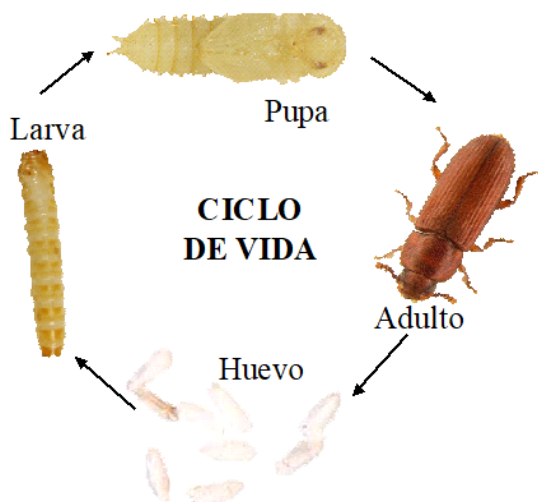


Figura 2. Ciclo de vida de *T. castaneum*.
Fuente: Elaboración propia.

2.3 Control de plagas

Para un control de plagas eficaz, se debe identificar la plaga, mediante un diagnóstico de su origen y localizar los puntos críticos, es decir, el refugio de la plaga, que es donde se reproduce y consigue alimento, basado en esa información se elige el método de control más apropiado, los cuales se clasifican en dos grupos, directos e indirectos. La primera clasificación incluye los métodos legislativos, que marcan pautas de protección contra las plagas; los métodos genéticos, se provocan modificaciones en cereales y plantas para generar mayor resistencia a los insectos; los métodos culturales, son técnicas previas al cultivo, durante y post-cosecha, para controlar el impacto de los artrópodos. La segunda clasificación engloba a los métodos que actúan directamente en la plaga, como los métodos físicos, que evita el contacto directo con el agente causante de la plaga; los métodos biológicos combaten las plagas con otros organismos vivos; por último, el método mayormente utilizado es el

químico, debido a su fácil aplicación, bajo costo y efecto inmediato (Edgardo, 2009). La mayoría de los insecticidas para artrópodos contienen piretroides, debido a que el insecto ha sido expuesto a concentraciones altas de fumigantes en repetidas ocasiones se genera resistencia, por lo general, esa modificación se genera en el gen kdr (knockdown resistance) la cual da resistencia a los piretroides

2.4 Efectos repelentes de extractos vegetales

Las plantas producen sustancias químicas orgánicas volátiles que les sirven de defensa para repeler a los insectos, dicha respuesta de la planta es activada por los componentes de la saliva del herbívoro más que por la lesión provocada. Los monoterpenos son los responsables de poder provocar la repelencia, por ello se obtienen extractos de aquellas plantas que tienen estas características, para aplicarlos en cultivos y cereales, por ejemplo, se han realizado extractos de las hojas y tallos de la oreja de tigre (*Tradescantia zebrina*) y yuquilla (*Euphorbia cotinifolia*) para el control de *Rhynchophorus palmarum*, con resultados positivos en la repelencia del extracto de yuquilla y efecto biocida de la oreja de tigre a las 24 h de exposición (Pérez, 2006). Para el control de los insectos plaga de la familia Culicidae se han realizado ensayos aplicado aceite esencial de *Minthostachys mollis*, mostrando una repelencia de nivel I (0.1 a 20%) en concentración de 10% (Dávila, 2016).

También se ha demostrado el efecto biocida de algunas especies, se considera que un buen biocida de origen natural debe de tener un efecto mortal sobre varias especies, ser efectivo en bajas concentraciones y tener alta persistencia, de esa manera se requiere menos materia vegetal para su elaboración y su aplicación sería de bajo costo, por ejemplo, un estudio realizado por Bordonas *et al.*, (2018) demostró el efecto mortal por el Nim (*Azadirachta indica*) y el ajo (*Allium sativum*); el Nim mantuvo los cultivos de tomate libres de moscas y hormigas durante 15 días, mientras que el ajo eliminó los gusanos de los cultivos y disminuyó la población de hormigas durante 8 días.

2.4.1 Obtención de extractos de origen vegetal

Debido a sus diversas aplicaciones y la demanda de extractos y aceites esenciales fue necesario implementar técnicas más rápidas y eficientes para su obtención. La mayoría de los extractos son obtenidos de plantas, desde la antigüedad han sido utilizados por civilizaciones para uso medicinal, estética, agricultura y conservador de alimentos, en la actualidad se siguen realizando estudios de las propiedades y beneficios de su aplicación. Existen cuatro clasificaciones principales para la obtención de extractos a escala industrial, método de prensado, enflorado, destilación y expresión.

Para la extracción de aceite por el método de enflorado, se utilizan grasas naturales, en su mayoría manteca de puerco, blanqueada e desodorizada, colocada en bandejas con profundidad igual o menos de 0.5 cm, donde se colocaba el material vegetal por 3 a 5 días, para la obtención de sus componentes aromáticos, repitiendo este proceso hasta la saturación de la grasa, la cual, al finalizar es lavado con etanos y destilado al vacío, hasta recuperar el 80% del etanol. El método de prensado consiste en someter a presión el material vegetal en prensas discontinuas o continuas. La expresión es usada en frutas cítricas, donde su corteza es exprimida mecánicamente para liberar el aceite a temperatura ambiente, posteriormente se usa la centrifuga o destilación fraccionada para separar el aceite de la emulsión. La destilación se divide en varios métodos: destilación por arrastre con agua-vapor, hidrodestilación, destilación seca y destilación por arrastre con vapor. Todos estos se basan en un mismo principio, donde los vapores del agua y el aceite no se influyen, pero, la presión de sus vapores se adiciona (Pino, 2015).

2.4.2 Destilación por arrastre de vapor

Para la obtención de un extracto mediante este método, es necesario que la muestra obtenida cumpla con ciertas características, por ejemplo, para un extracto de mayor calidad, se recomienda la recolección de materia vegetal de plantas con mayor resistencia a factores ambientales, ya que dicha resistencia equivale a la capacidad de defensa del árbol, el cual es

conferido, por los terpenoides y fenilpropanoides, los cuales se buscan extraer mediante la destilación. La muestra debe de estar compuesta por varias partes de la planta, ya que cada sección de ella libera durante algún momento del día su esencia para mantener protegida a la planta, por ejemplo, la flor está en constante liberación de esencia como defensa contra patógenos e insectos que se alimentan de ella, mientras que las hojas y los tallos liberan sus componentes volátiles solo cuando es atacada (Requejo, 2020). Una vez obtenida la muestra se coloca en la columna extractora, donde el vapor del agua pasara por la muestra vegetal, con una temperatura de 100 a 120°C. Se recomienda que el calentamiento sea de forma gradual para evitar daños al equipo.

2.5 Especie *Bursera simaruba*

El género *Bursera* pertenece a la familia Burseraceae, cuenta con 104 especies reconocidas a lo largo del suroeste de Estados Unidos de América, noroeste de América del sur, América central, la costa caribeña, extremo sur de Florida, sobre el Pacífico, México, en el Golfo de Guayaquil y Venezuela (Montaño, 2015). La mayoría de las especies de *Bursera* son árboles y muy pocas veces arbustos, tienden a crecer en bosques tropicales caducifolios, es por eso que, de 104 especies reconocidas, 84 estén localizadas en México en altitudes entre 0 y 1800 m. Dicha especie se caracteriza por ser aromática, fuente de resina y extractos usados como perfumes y aceites esenciales.

Sus árboles y arbustos son dioicos, debido a sus propiedades también han sido utilizados para la salud, por ejemplo, se han realizado estudios para ver el efecto antiinflamatorio del aceite de *B. gravolens*, en cuanto a la especie *B. simaruba* se ha utilizado para tratar alergias, cálculos biliares, hipertensión y la aplicación de su resina se ha recomendado en forma de emplastos para sanar infecciones de la piel como herpes, abscesos, picaduras y otras afecciones (Marcano, 2013). La mayoría estos árboles y arbustos son muy resinosos y aromáticos, es por eso que los han usado para obtener aceite esencial, incienso, barniz y perfumes, especialmente culturas mesoamericanas, en la actualidad se sigue utilizando los

frutos, hojas y ramillas de especies para obtener aceites esenciales y utilizarlos en la industria farmacéutica y agronómica. A pesar de que muchos autores han estudiado estas especies, aun se carece de una descripción del método de extracción de aceite esencial de *B. simaruba* y el volumen de su producción.

2.6 Especie *Justicia spicigera*

La planta acuática *J. spicigera* es un arbusto originario de México, con altura máxima reportada de 16 metros, su flor cuelga del tallo y se caracteriza por ser de color amarillo rojizo, pertenece a la familia acantáceas, un gran número de sus especies se localiza en zonas tropicales y subtropicales, como es el caso de *J. spicigera*, que se distribuye a lo largo del Golfo de México, sin embargo, puede encontrarse a 3000 m sobre el nivel del mar.

En la antigüedad las poblaciones indígenas usaban dicha planta como antidisentérico, antiescabiático, antifonorréico, antipirético y para las metrorragias. En la actualidad sus propiedades son objeto de estudio, pues se ha demostrado que también funciona como estimulante, para tratar apoplejías, dengue y fortalecer los nervios. La infinidad de propiedades curativas de esta planta se debe a sus principios activos, localizados en sus hojas, por ejemplo, canferitrin, triramnósido, de camiferol, camferitrina, B-sistosterol, la alantoina, 3-O-glucósido de B-sistosterol y los flavonoides, este último es un metabolito secundario, se les da uso como antifúngico, antioxidantes, antibacteriano, entre otros (Guadalupe, 2017). De la especie *J. spicigera* también se han creado plaguicidas, son aplicados en ramas para colocarlas en los nidos de las gallinas para eliminar el hongo chahuistle.

3.0 ESTADO DEL ARTE

AUTOR	INVESTIGACIÓN	MÉTODO	REPELENTE	RESULTADOS
Mukesh Kumar Chaubey.	Insecticidal activity of <i>Trachyspermum ammi</i> (<i>Umbelliferae</i>), <i>Anethum graveolens</i> (<i>Umbelliferae</i>) and <i>Nigella sativa</i> (<i>Ranunculaceae</i>) essential oils against stored-product beetle <i>Tribolium castaneum</i> Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) 2007	-Área de preferencia.	- <i>Trachyspermum ammi</i> . - <i>Anethum graveolens</i> . - <i>Nigella sativa</i> .	El aceite esencial de las 3 especies mostraron valores significativos de repelencia contra <i>T. castaneum</i>
Patricia Caffarini, Paola Carrizo, Alicia Pelicano, Patricia Roggero, José Pacheco.	Efecto de extractos acetónicos y acuosos de <i>Ricinus communis</i> (Ricino), <i>Melia acedarach</i> (Paraíso) y <i>Trichillia glauca</i> (Trichillia), sobre la hormiga negra común (<i>Acromyrmex lundii</i>) 2008	Ensayos sin libre elección.	- <i>Ricinus communis</i> - <i>Melia acedarach</i> - <i>Trichillia glauca</i>	Supervivencia de 43 días con <i>M. acedarach</i> , 45 días con <i>R. communis</i> y 25 días con <i>T. glauca</i> .
Oyewole I. O. Ibidapo, C. A, Moronkola, D. O. Oduola, A. O., Adeayo G. O., Anyasor G. N. and Obansa J. A.	Anti- malarial and repellent activities of <i>Tithonia diversifolia</i> (hemsl.) leaf extracts. 2008	Cuantificación de <i>T. diversifolia</i> en brazo tratado.	<i>Tithonia diversifolia</i> .	El extracto de <i>T. diversifolia</i> , al 50% mostro mayor repelencia que las concentraciones de 10 y 100%.
Kiev Ochoa Pumaylle, Luis Ricardo Predes Quiroz, Dagnith Liz Bejarano Luán, Reynaldo Justino Silva Paz.	Extracción, caracterización, y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de <i>Senecio graveolens</i> Wedd (Wiskataya)	Técnica microbiológica de difusión en agar en pocillo.	<i>Senecio graveolens</i> Wedd (Wiskataya)	El aceite esencial obtenido de <i>S. graveolens</i> , inhibió el crecimiento de la bacteria <i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i> , con formación de halos de inhibición de

	2012			23.67 y 29.33 mm de diámetro.
Irma F. Agrela, Kerly Palacios, Flor Herrera.	Efecto repelente de un extracto alcohólico de <i>Syzygium aromaticum</i> (Eugenia caryophyllara L. MRTACEAE) contra <i>Aedes Aegypti</i> (LINNAEUS, 1792) sobre piel humana. 2013	Cuantificación de culícidos en área de tratamiento.	<i>Syzygium aromaticum</i>	El porcentaje de protección contra <i>Aedes aegypti</i> aumenta con el tiempo de maceración de <i>S. aromaticum</i> de un 70 – 89%.
Nayive Pino-Benitez, Carlos Mario-Valencia.	Evaluación de extractos totales como repelente para el control de <i>Tribolium castaneum</i> Herbst, 1979 (Coleoptera: Tenebrionidae) 2016	Área de preferencia.	- <i>Ocimum campechianum</i> . - <i>Piper divaricatum</i> . - <i>Piper sanctifelis</i> . - <i>Siparuna guianensis</i> . - <i>Palicuria guianensis</i> . - <i>Solanum nudum</i> .	Los extractos de <i>O.campechianum</i> (92%), <i>P. guianensis</i> (75%) y <i>P. divaricatum</i> (74%), mostraron mayor actividad repelente al incrementar su concentración, manteniéndose constante hasta las 4 horas de exposición.
Esperanza García-García, Mayra Nayeli Ángeles-Pérez, Jorge San Juan Lara, Erick Alfredo Zúñiga-Estrada, Maricruz Sánchez-Zavala, Myriam Meléndez-Rodríguez.	Evaluación de extractos de tabaquillo (<i>Nicotina glauca</i> Graham) con potencial efecto repelente del gorgojo de maíz (<i>Sitophilus zeamais</i>) 2016	-Aspersión indirecta. -Área de preferencia.	- <i>Nicotina glauca</i> Graham. -Metanol. -AcOEt.	El acetato etílico mostro mayor repelencia contra <i>S. zeamais</i>

4.0 METODOLOGÍA

4.1 Diseño experimental de bioensayo

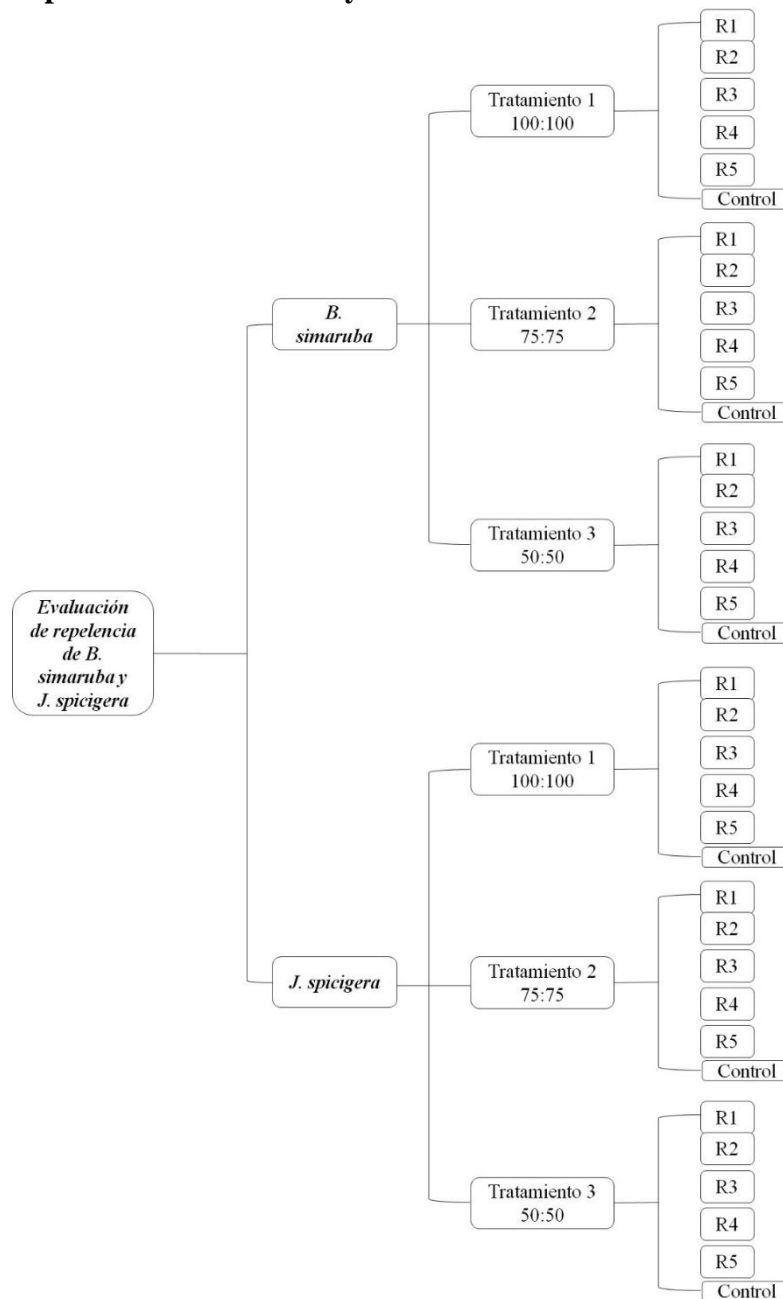


Figura 3. Diseño experimental de bioensayos de repelencia de *B. simaruba* y *J. spicigera* contra *T. castaneum*.

Fuente: Elaboración propia, siguiendo el procedimiento descrito por Fernández *et al.*, (2018)

4.2 Recolección de materia prima

El material foliar de *B. simaruba* fue recolectado de árboles con un crecimiento de 6 años en adelante, la muestra de *J. spicigera* se tomó de arbustos con un metro mínimo de altura. Se recolectaron hojas en buen estado, sin medida específica, sin daños por lluvia ácida, insectos, marchitas, rotas o dobladas. Junto con la hoja fue recolectado su peciolo, peciólulos y axilas (Figura 4 y 5).



Figura 4. Recolección de especie *J. spicigera*.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Recolección de especie *B. simaruba*.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Preparación de muestra

El material foliar fue limpiado de partículas de tierra a presión leve con agua del grifo; fueron separados los peciólulos de los peciolos, y las axilas se dividieron del tallo (Figura 6), hasta obtener 60g de muestra.

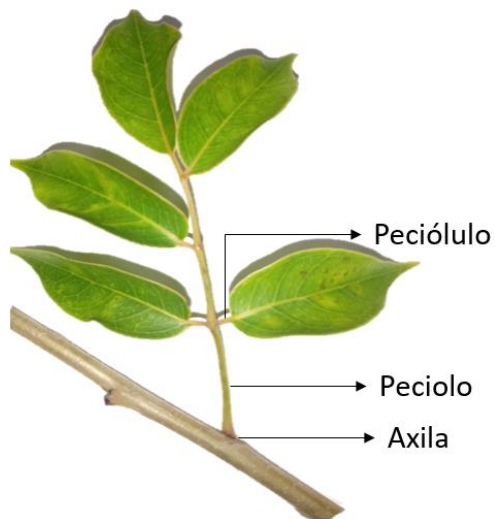


Figura 6. Morfología de las ramas.
Fuente: Elaboración propia, basado en la descripción de Troiani *et al.*, (2017).

4.3 Obtención de extractos de *B. simaruba* y *J. spicigera*.

La muestra fue colocada en la columna de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor (Figura 7), a 100°C, al 60% de capacidad del matraz de bola. El extracto obtenido fue almacenado en frascos ámbar en refrigeración a 4 °C.

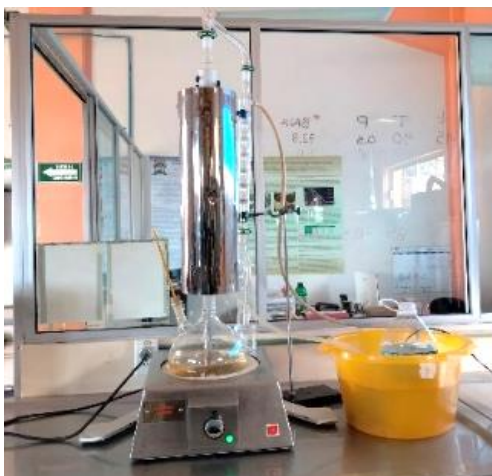


Figura 7. Columna de Extracción de Aceites Esenciales por Arrastre de Vapor.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Cría de *Tribolium castaneum*

Los insectos que fueron donados por la industria harinera local de Tuxpan Veracruz, fueron colocados en una cámara de reproducción, dentro de cajas de cartón para evitar la luz directa, para su alimentación cada frasco contenía 50 g de harina de trigo, el cual se cambiaba en cuanto adquiría un olor de humedad y coloración ámbar. Semanalmente se eliminaron los gorgojos muertos, evitando tirar los huevos, larvas y pupas del insecto (Figura 8).



Figura 8. Eliminación de gorgojos muertos.
Fuente: Elaboración propia.

4.5 Ensayos de actividad repelente y actividad biocida.

Para la evaluación de la actividad repelente y biocida de los extractos se realizaron cinco ensayos de cada tratamiento para cada extracto (Figura 3), siguiendo el método de área de preferencia descrito por Taponjoui *et al.* (2005) y Chaubey (2007). Se cortó a la mitad el papel absorbente de 9 cm de diámetro según el número de concentraciones, en una mitad se aplicó con una jeringa 0.5 ml de la solución del extracto de prueba y en la segunda mitad 0.5 ml de acetona, ambas mitades se dejaron secar a temperatura ambiente por un minuto. Después ambas mitades se unieron con cinta adhesiva, por último, 5 insectos se colocaron en el centro de la caja Petri (Figura 9) y se resguardo en una caja de cartón en un lugar oscuro. El tiempo de exposición de los insectos a los tratamientos fue de 2 y 4 horas.



Figura 9. Bioensayo de repelencia.
Fuente: Elaboración propia

La actividad repelente se estableció de acuerdo con la ecuación:

$$PR = [(Nc - Nt) / (Nc + Nt)] \times 100$$

Nc: número de insectos en el área control (acetona).

Nt: número de insectos en el área tratada (Aceite esencial + acetona).

En caso de encontrar mayor número de insectos en el área tratada, la actividad del extracto es atrayente y el porcentaje de repelencia negativo.

4.6 Análisis estadísticos

Se realizó el análisis de varianza de los ensayos de actividad repelente de *B. simaruba* y *J. spicigera*, y se realizó la comparación de medias por el test Tukey usando el software MINITAB 16.1.0 (Ryan *et al.*, 1972).

5.0 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Efecto repelente de los extractos

En la Figura 10a se muestra el efecto repelente del extracto de *B. simaruba* sobre *T. castaneum*, se puede observar que después de 2 h de tratamiento el efecto repelente del tratamiento 100:100 extracto/acetona es bajo (28%), mientras que en los tratamientos 75:75 e/a y 50:50 e/a el efecto repelente es del 60%, sin embargo, el análisis estadístico indicó que no existió diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el estudio de Fernández *et al.*, (2018), donde los valores de porcentaje de repelencia de *Bursera gravolens* de diferentes concentraciones fueron similares en su efecto. Por otro lado, transcurridas 4 h de tratamiento, en la figura 10b se observa que el efecto repelente se incrementó en un 8% para el tratamiento 1 y un 24% para los tratamientos 2 y 3, con una diferencia significativa entre el tratamiento 1 y 2 ($P = 0.024$). Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Zapata *et al.*, (2010) donde la repelencia de los aceites extraídos dependía del tiempo de exposición.

Con respecto al efecto repelente de *J. spicigera*, tuvo una actividad repelente de 33.33% en la concentración 100:100 e/a, mientras que en los tratamientos de concentración 75:75 y 50:50 e/a la repelencia fue de 20%, después de 2 h de tratamiento. Transcurridas las 4 h de exposición, el efecto repelente de los tres tratamientos fue mayor al 50%, siendo el tratamiento 100:100 e/a el tratamiento con mayor actividad repelente (100%), mientras que el tratamiento 75:75 e/a aumentó un 40% en su efecto repelente y 53.33% el tratamiento 50:50 e/a, el análisis estadístico indicó diferencia significativa ($P = 0.027$) entre el tratamiento 1 y 2 (Figura 10b). Lo anterior concuerda con el estudio realizado por Barcéna *et al.*, (2019) donde todas las concentraciones del extracto *J. spicigera* presentaron un halo de inhibición sobre el hongo *Candida albicans*, pero solo la concentración de 15 $\mu\text{g/ml}$ presentó mayor inhibición que las demás.

5.2 Efecto biocida de los extractos

Durante la aplicación de los tratamientos, se observó que algunos presentaron efecto biocida, el presente trabajo es uno de las primeras aportaciones en el estudio de efecto biocida de los extractos *B. simaruba* y *J. spicigera*. Se evaluaron los tratamientos que presentaron un efecto repelente mayor al 50%, la figura 10c muestra el efecto biocida sobre los ejemplares de *T. castaneum* del 16% las primeras 2 h en el tratamiento 75:75 e/a que incremento a 20% transcurridas las 4 h de exposición a *B. simaruba* (Figura 10d). El tratamiento 3, de concentración 50:50 extracto *B. simaruba* e/a, tuvo 12% de mortalidad, sin variaciones a las 4 h de exposición. Mientras que el efecto biocida de *J. spicigera* es del 40% en las primeras 2 h. en concentración 100:100 e/a sin variación a las 4 h de exposición (Figura 10c). El efecto mortal entre ambos extractos no mostró diferencia significativa.

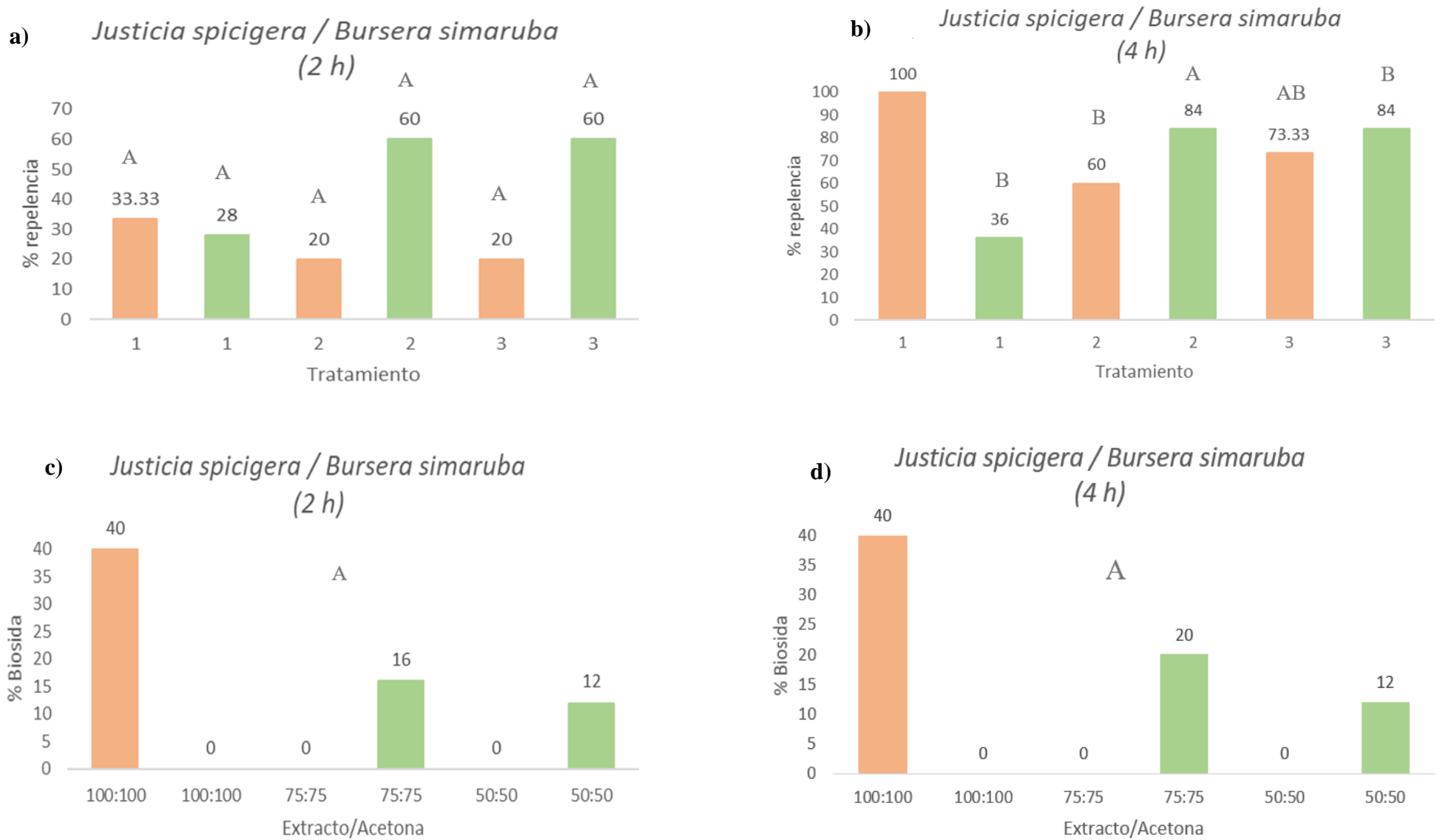


Figura 10. Acción repelente y biocida de los extractos *J. spicigera* y *B. simaruba*

- a) Efecto repelente de *J. spicigera* y *B. simaruba* a las 2 h de exposición.
- b) Efecto repelente de *J. spicigera* y *B. simaruba* a las 4 h de exposición.
- c) Efecto biocida de *J. spicigera* y *B. simaruba* a las 2 h de exposición.
- d) Efecto biocida de *J. spicigera* y *B. simaruba* a las 4 h de exposición.

CONCLUSIÓN

La exposición de *T. castaneum* al extracto de *B. simaruba* por 4 horas, a concentraciones de 75:75 y 50:50 e/a tienen mayor porcentaje de repelencia, dichas concentraciones son más efectivas sobre el insecto en cuestión, a pesar de que ambos tratamientos (2 y 3) son de igual concentración e/a el análisis estadístico mostro diferencias significativas entre tratamientos, por lo que es más viable utilizar la concentración 50:50 e/a. En el caso del extracto de *J. spicigera*, la repelencia fue aumentando con el transcurso de las horas en los 3 tratamientos, con diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2, mientras que el tratamiento 3 es similar en efecto repelente a los dos primeros tratamientos, por lo que es más viable utilizar la concentración 50:50 e/a.

El extracto de *J. spicigera* supera al extracto de *B. simaruba*, pues su efecto mortal es del 40% las primeras 2 horas en concentración 100:100, mientras que el extracto *B. simaruba* es del 12 al 20% dependiendo del tiempo de exposición y la concentración del extracto. No se encontraron diferencias significativas en el efecto mortal de ambos extractos.

BIBLIOGRAFÍA

Aldana Llanos, Salinas Sánchez, Valdés Estrada, Gutiérrez Ochoa, Valladares Cisneros. “Evaluación bioinsecticida de extractos de *Bursera copallifera* (D.C) Bullock y *Bursera grandifolia* (Schltgl.) Engl. En gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae).” Polibotánica, (2010).

Arancibia, J., Y. “Seminario Bosque de Plantas Medicinales Mercado Internacional.” Tesis para obtener Título de Licenciatura Chile: Tenuco, 2015.

Arias, J., Gonzalo, A., Figueroa, I., Fischer, S., Robles, A., Rodríguez, J. y Lagunes, A. “Actividad insecticida, repelente y antialimentaria del polvo y aceite esencial de frutos de *Schinus molle*, para el control de *Sitophilus zeamais*. Chilean.” *J. Agric* (2017), pp.93-104.

Benítez, J. C. “Insecticidas vegetales; Una vieja-nueva alternativa en el control de plaga. Manejo integral de plagas.” CATIE (2016).

Bordones, A., De Gracia, N., Díaz, D., Rodríguez, R., & Chen, A. “Comparación de la efectividad en la protección de cultivos de tomates con insecticidas orgánicos a base de: ajo (*Allium sativum*) y Nim (*Azadirachta indica*).” *Revista De Iniciación Científica*, (2018), pp. 39-42.

Bottias, E. “Estudio de la composición química de los aceites esenciales de seis especies vegetales cultivadas en los municipios de bolívar y el peñón Santander, Colombia.” Proyecto De Grado, Universidad Industrial De Santander Facultad De Ciencias, Escuela De Química. Bolívar Y El Peñón, Santander, Colombia, 2018.

Cañarte Vélez C., Proaño M. “Producción de aceite de palo santo (*Bursera graveolens*) como alternativa económica para los habitantes del sitio.jipijapa.unesum.” Facultad de Ciencias Economicas (2018), pp.80.

Carlos Dávila. “Actividad repelente del aceite esencial de *Minyhostachys mollis* Grisebach; y elaboración de una crema repelente contra insectos adultos de la familia Culicidae.” Tesis de Licenciatura de la Universidad Nacional de San Marcos, (2016).

Cerpa, M. “Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización.” Tesis doctoral, Universidad de Valladolid (2007). Recuperado de: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>

Chaubey MK, “Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae).” African J Agricult, (2007), pp. 596-600.

Chávez-Díaz, G., Valdés-Estrada, M. E., Hernández-Reyes, M. C., Gutiérrez-Ochoa, M., & Valladares-Cisneros, M. G. “Aceites esenciales para controlar *Acanthoscelides obtectus* (SAY) y *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY) Rev. Mexicana Agroecosistemas, (2016), pp. 99-107.

Colorado, J. (17 de agosto 2015). (En presa) Obtenido de: Repelentes de insectos.

Diana Pérez y José Iannacone. “Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., Insecto plaga del Pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la Amazonía del Perú.” Revista Agricultura Técnica, (2006), pp.21-30.

Emilia, C. (14 de septiembre 2017). Terpenos III Triterpenos y esteroides. [Http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/ 240.pdf](http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/240.pdf)

Enrique García, Helena Romo, Víctor Sarto, Miguel L. Joaquín Baixeras, Antonio Vives y José Yela. “Orden Lepidoptera” IDEA-SEA (2010) pp.1-21.

Escobar Livia, G. F. (2021). Manejo de plagas insectiles en granos almacenados.

Espeek, A. “Principales especies de insectos plaga en granos almacenados en la Empresa Mayorista de Productos Alimenticios del municipio Las Tunas.” Tesis de Licenciatura, Universidad Vladimir Ilich Leniin, 2015.

Flor M. Fon-Fay, Pino J. A., Hernández I., Rodeiro I., Fernández D. D. “Composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana et Planch de Manabí, Ecuador.” *Journal of Essential Oil Research* (2019), pp.211-216.

Freddy Rojas. “Árboles que curan: indio desnudo.” *Revista forestal*, (2006), pp. 1-4.

Genaro Montaña, David Espinosa. “Patrones de endemismo en el género de *Bursera* (Burseraceae)”. Obtenido de: http://www.conabio.gob.mx/2ep/images/0/02/Cap01_Espinosa_etal_REC_bursera.pdf

Gómez Hernández, M. “Efecto de un extracto alcohólico de hoja de *Azadirachta indica* como insecticida biológico aplicado a *Triatoma dimidiata*” Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 2020.

Guadalupe Bárcena, Johana Ramírez, María Delgado, Juan Guevara y Cesas Sánchez, “Evaluación de la eficiencia anti-fúngica del extracto de *Justicia spicigera* en hongos productores de afloxinas.” *Revista Ingeniantes*, (2019), pp. 1-4.

Gutiérrez, R., Martínez, M. y Barrón, J. “Population growth of *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (H.) in different wheat varieties and groups commercially produced in Sonora, México.” *Southwestern Entomologist* (2000), pp.213-220.

Hernández, J. “Susceptibilidad de *Tribolium castaneum* (H) a diferentes extractos vegetales.” Tesis de Licenciatura, Universidad autónoma agraria Antonio Narro, 2009.

Irma F. Agrela, Ketly Palacios, Flor Herrera. “Efecto repelente de un extracto alcohólico de *Syzygium aromaticum* (*Eugenia caryophyllata* L. Myrtacear) contra *Aedes aegypti* (LUNNAEUS, 1792) sobre piel humana.” *Acances en Ciencias de la Salud* (2012), pp.13-19.

Jaramillo-Colorado, BE, Suarez-López, S. y Marrugo-Santander, V. “Composición química volátil del aceite esencial de *Bursera graveolens* y sus actividades fumigantes y repelentes.” *Acta Scientiarum. Ciencias Biológicas*, (2019).

Jerzy Rzedowski, Rosalinda Medina, Graciela Calderon. “Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México).” *Acta Botanica mexicana*, (2004), pp.23-151.

José Greageda, José Ruiz, Alejandro Jiménez, Agustín Fu. “Influencia del cambio climático en el desarrollo de plagas y enfermedades de cultivos en Sonora.” *Revista Mexicana Cienc. Agrícola*, (2014).

Juan Bisset. “Uso correcto de insecticidas: control de la Resistencia” *Rev. Cubana Med. Trop.* (2002).

K. Kheradmand, S. Sadat y Gh. Sabahi, “Repellent effects of essential oil from *Simmondsia chinensis* (Link) against *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius).” *Research Journal of Agricultural Sciences* (2010), pp.66-68.

Kiev Ochoa, Luis Paredes, Dagnith Bejarano y Reynaldo Silva. “Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio gravolens* Wedd (Wiskataya).” *Scientia Agropecuaria* (2012), pp. 291-302.

L. Aldana, D.O. Salinas, E. Valdés, M. Gutiérrez y M. Valladares, (2010). “Evaluación bioinsecticida de extractos de *Bursera copallifera* (D.C) Bullock y *Bursera grandifolia* (SCHLTDL.) ENGL. En gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E SMITH (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).” *Polibotánica* pp. 149-158.

León, L. “Suceptibilidad de *Tribolium castaneum* (Herbst) a Tres Insecticidas de Diferentes Ingredientes Activos (Herbest).” Tesis de Licenciatura Universidad autónoma agraria Antonio Narro, 2015.

Leticia Daza. “Diseño de un repelente para insectos voladores con base en productos naturales” Tesis de Licenciatura, Universidad EAFIT, 2006.

Mashiel Fernández Ruiz, Liris Yepes Fuentes, Irina Tirado Ballestas y Mauricio Orozcb. “Actividad repelente del aceite esencial de *Bursera gravolens* Jacq. Ex L., *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae).” *Revista Anales de Biología*, (2018) pp. 87-93.

Mendoza, M., Rodríguez, G., Guevara, L., Andrio, E., Rangel, J., Rivera, J., y Cervantes, F. “Bioinsecticidas para el control de plagas de almacén y su relación con la calidad fisiológica de la semilla.” *Revista mexicana de ciencias agrícolas* (2016) pp.1599-611.

Miguel Ángel Villavicencio-Nieto, Blanca Estela Pérez-Escandón. “Plantas tradicionales usadas como plaguicidas en el Estado de Hidalgo” *Polibotánica*, (2010), pp. 193-238.

Mohammad H, Baddi, Ph.D. y Dr. Victoriano Garza Almanza. “Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos.” Revista Cultura Científica y Tecnología, (2007), pp. 1-17.

Monzote, L., Hill, GM, Cuellar, A., Scull, R. y Setzer, WN. “Composición química y propiedades antiproliferativas del aceite esencial de *Bursera graveolens*.” Comunicaciones de productos naturales, (2012).

Mukesh Kumar. “Insecticidal activity of *Trachyspermum ammi* (Umbelliferae), *Anethum graveolens* (Umbelliferae) and *Nigella sativa* (Ranunculaceae) essential oils against stored-product beetle *Tribolium castaneum* Herbst.” African Journal of Agricultural Research, (2007), pp. 596-600.

Nayive Pino y Carlos Valencia. “Evaluación de extractos totales como repelente para el control de *Tribolium castaneum* Herbst, 1799 (Coleoptera: Tenebrionidae).” Biodivers. Neotrop. (2016), pp. 22-27.

Nicholls, C. “Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológicos de plagas.” *Agroecología*, (2008), pp.37-48.

Oyewole I. O., Ibidapo, C. A., Moronkola, D. O., Oduola, A. O., Adeoye G. O., Anyasor G. N. y Odansa J. A. “Anti- malarial and repellent activities of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) leaf extracts.” Journal of Medicinal Plants Research, (2008), pp. 171-175.

Patricia Caffarini, Paola Carrizo, Alicia Pelicano, Patricia Roggero, José Pacheco. “Efectos de extractos acetónicos y acuosos de *Ricinus communis* (Ricino), *Melia azedarach* (Paraíso) y *Trichillia glauca* (Trichillia), sobre la hormiga negra común (*Acromyrmex lundii*).” IDESIA (2008), pp. 59-64.

Ponce, H., Iannacone, J., Alvariño, L. y Carhuapoma, M. “Toxicidad de los aceites esenciales de *Bursera Graveolens*, *Lepechinia meyenii* y *Myrtus communis* sobre

Chrysoperla asoralis, *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). Tesis de Licenciatura, Universidad Ricardo Palma, 2020.

Salgado, M. I. C. “Insecticidas alternativos para el control de plagas en granos almacenados.” *Inventio, La Génesis De La Cultura Universitaria En Morelos*, 2018.

Sergio Ochoa, Lucia Sánchez, Guadalupe Nevárez, Alejandro Camacho y Benjamín Nogueda. “Aceites esenciales y sus componentes como una alternativa en el control de mosquitos vectores de enfermedades”. *Biomédica*, (2017), pp.1-20.

Staskhenko, M. L. “Composición Química del Aceite Esencial de Hojas y Tallos de *Bursera graveolens*.” *Department Scientia Technica*, (2017). 33, 201-202.

Suans, M. A. Evaluación de la eficacia de un nanoinsecticida para el control de *Tribolium castaneum*. Tesis de Licenciatura, Universidad Argentina, 2015.

Syngenta, “Actellic 50 CE.” (2022). Recuperado de: <https://www.syngentappm.com.mx/>
Tapondjou AL, Ader C, Fontem DA, Bouda H, Reichmut C, “Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucaliptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* duVal.” *J Stored Prod Res*, (2005) pp. 91-102.

Villavicencio-Nieto, M. Á., Pérez-Escandón, B. E., & Gordillo-Martínez, A. J. “Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México.” *Polibotánica* (2010), pp. 193-238.

Viñuela, E.; Adan, A.; Del Estal, P.; Marco, V. y Budia, F. “Plagas de los productos almacenados.” *Unidad de Protección de Cultivos. E.T.S.I.A Madrid*, (2016).

Viviana Gabriela Yáñez Vera. “Efecto de barreras alelopáticas y biocidas en el manejo de insectos plagas del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*).” Tesis de Licenciatur, Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias, 2016.

Zurita Pullugando, “Propagación vegetativa de *Justicia spicigera* Mediante estacas embebidas en sustancias enraizantes en el cantón mejía” Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Cotopaxi Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 2020.