

# Mosca Domestica

## Biología y Control

Heriberto Villegas

Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Correo electrónico

*Musca doméstica*, es uno de los insectos contaminantes más comunes en los asentamientos humanos y se ha asociado como vector de diversos patógenos alimentarios. *M. doméstica* se reproduce en materia vegetal podrida o heces de animales, donde adquieren y transmiten patógenos a los alimentos, causando el deterioro de los mismos y la transmisión de enfermedades. En una estimación conservadora, *M. doméstica* está asociada con la vectorización de más de 100 agentes etiológicos de enfermedades bacterianas, protozoarias y víricas (1).

Entre las diversas especies de moscas que perjudican las explotaciones ganaderas, *M. doméstica*, es considerada como una especie que impacta de manera negativa en las explotaciones ganaderas ya que contaminan los productos pecuarios, transmiten una variedad de patógenos a los animales y causan además problemas adicionales para los ganaderos al invadir las áreas residenciales vecinas a los planteles pecuarios (2).

Debido a sus hábitos alimenticios y a su capacidad de desplazamiento, las moscas favorecen el transporte mecánico de agentes patógenos responsables de fiebre tifoidea, disentería, mastitis y queratoconjuntivitis en el ganado. La forma de transporte de éstos, y otros muchos patógenos, se realiza físicamente gracias a las vellosidades del cuerpo, almohadillas de las patas y en el interior de su aparato digestivo (3).

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 Clasificación taxonómica

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de *Musca doméstica*

<b>Reino</b>	Animal
<b>Phylum</b>	Artrópoda
<b>Clase</b>	Insecta
<b>Subclase</b>	Pterigota
<b>Orden</b>	Díptera
<b>Suborden</b>	Cyclorrhapha
<b>Familia</b>	Muscidae
<b>Genero</b>	Musca
<b>Especie</b>	<i>Doméstica</i> (Linnaeus, 1758)

### 1.2 Descripción biológica de *M. doméstica*

Pueden llegar a medir cerca de 4 a 7,5 mm de longitud. Poseen un cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1).



**Figura 1.** Morfología de *M. doméstica*

La cabeza de la mosca es fuertemente convexa en el frente, mientras que la cara posterior es casi plana y ligeramente cónica. El área frontal de la cabeza se denomina frons y ocupa la parte superior de la cara por debajo y entre las antenas. En la cabeza tiene una trompa, dos antenas, un par de ojos compuestos y tres ojos simples (4).

La trompa o probóscide se compone de dos partes principales, una membranosa proximal y cónica, llamada rostrum, y una porción distal que tiene los lóbulos orales y que se ha denominado haustellum. La probóscide termina en un labio que tiene una esponja, llamada labelo, en sus piezas bucales, lo que les permite succionar alimentos líquidos o solubles en su saliva. Por lo tanto, no pueden morder animales ni seres humanos (4).

Poseen dos antenas, en la cabeza, por debajo del borde inferior de la frons, que son apéndices móviles multiarticulados. Están formadas por tres articulaciones denominados antenómeros o antenitas. Siendo las dos primeras únicas y uniarticuladas y la tercera comprende un número variable de antenómeros y se denominan respectivamente: escapo, pedicelo y flagelo o funículo (5).

La función de las antenas es eminentemente sensorial y se da entre las diversas funciones, táctil es la principal, gracias a los pelos táctiles que recubren casi todos los antenómeros; también desempeñan una función olfativa, proporcionada por áreas olfativas en forma de placas cribadas de poros microscópicos distribuidas sobre la superficie de algunos antenómeros terminales (5).

En la cabeza tienen un par de ojos compuestos relativamente grandes, de color rojo, localizados dorso-lateralmente (Figura 2). La superficie de cada ojo compuesto está dividida en un cierto número de áreas circulares o hexagonales llamadas facetas u omatidios; cada faceta es una lente de una única unidad visual. En adición a los ojos compuestos, tres ojos simples u ocelos localizados en la parte superior de la cabeza, entre los ojos compuestos (4).



**Figura 2.** Dimorfismo sexual en *M. domestica*.

A) Macho y B) Hembra

La hembra suele ser más grande que el macho, y se distingue por el espacio relativamente amplio entre los ojos, ya que, en los machos, los ojos casi se tocan (4).

El tórax es gris, con cuatro bandas longitudinales oscuras de igual ancho en el dorso. Del tórax emergen las patas y las alas. Las patas, compuestas por tres pares, son de color marrón negruzco. Cada una consta de coxa, trocánter, fémur, tibia, y tarso. Las coxas son los únicos segmentos que mostraron una considerable diferencia en los tres pares de patas. Los tarsos constan de cinco articulaciones, al final de las mismas hay un par de garras o uñas, curvadas lateralmente, también llamadas ungues (4).

En el ápice del segmento tarsal, en la base de cada garra, hay un par de membranas en forma almohadillas, llamada pulvilli. Estas almohadillas están cubiertas en su lado ventral con innumerables, pelos secretores, mediante los cuales, la mosca es capaz de caminar en cualquier posición, en superficies muy pulidas (4).

### 1.3 Ciclo de vida

Las moscas presentan una metamorfosis completa, es decir, que su ciclo biológico consiste de los siguientes estadios: huevo, larva, pupa y adulto. La larva muda 2 veces, de modo que hay una primera, una segunda y una tercera fase larvaria, siendo cada una de ellas de mayor tamaño que la precedente, se observa el ciclo de vida en la figura 3 (6).

La hembra pone sus huevos alrededor de 2 días después de la copula, en condiciones ideales de 32-35°C, y de nueve días si la temperatura es de 15°C. El lugar de la ovoposición es elegido a través del olor. El dióxido de carbono, el amoníaco y otros gases generados por la descomposición de la materia orgánica son particularmente buscados por estos insectos (7).

#### • Huevo

Es de color blanco, elíptico, de aproximadamente 1 mm de longitud por 0,26 mm de anchura, con ambos extremos arromados, y la parte anterior ligeramente ahusada. La eclosión de la larva se produce a través de una fisura en el lado dorsal del huevo (6).

- **Larva**

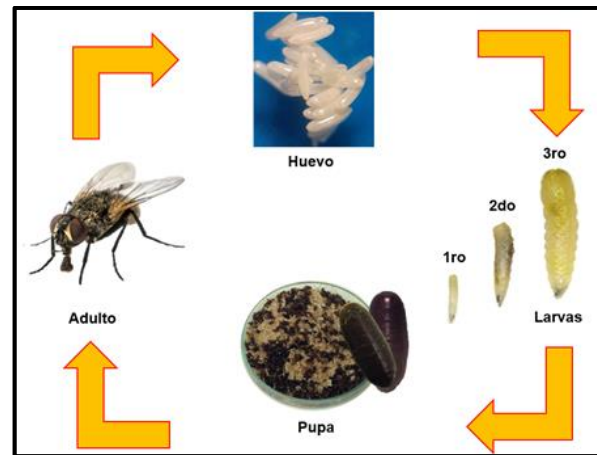
Una vez emergida, la larva penetrará rápidamente en el material de cría sobre el que fue depositado el huevo. Para ello utiliza los 2 grandes ganchos de su boca, con los que se rasga y afloja las materias alimenticias. Casi cualquier clase de materia orgánica, húmeda y cálida, puede suministrar alimento adecuado a las larvas. Carece de ojos y apéndices, aunque se observan algunas crestas espinosas ventrales que facilitan la locomoción. Las larvas presentan 13 segmentos, aun que los 2 primeros aparecen parcialmente fusionados, de modo que solo se ven 12. A través de la cutícula es posible ver algunos de los órganos internos. Cuentan con 2 espiráculos en la parte anterior que son aberturas que permiten la entrada de aire en el sistema respiratorio de la larva. Los espiráculos posteriores presentan una forma característica. Presentan 2 ganchos que funcionan como mandíbulas para su alimentación (8)

- **Pupa**

En el proceso de pupación se presenta una concentración general de la larva dentro de su propio tegumento, de modo que se convierte en un pupario cilíndrico de aproximadamente 6,3 mm de longitud. El pupario va oscureciéndose gradualmente hasta adquirir un intenso color marrón oscuro.) (6).

- **Adulto**

La mosca adulta mide de 6-9 mm de longitud tienen el cuerpo dividido en 3 (cabeza, tórax y abdomen). En la cabeza, gran parte está ocupada por los ojos. Las hembras tienen los ojos más separados (dicoptia) que el macho (holoptia). El tórax, es color gris, con 4 rayas, en la parte dorsal, presentan 3 pares de patas y un par de alas completamente desarrolladas. Las hembras son más grandes y pueden extender la punta del abdomen para formar un ovopositor para poner los huevos (9).



**Figura 3.** Ciclo biológico *M. doméstica*

#### 1.4 Hábitat

Cualquier sistema de producción agropecuario (haras, tambos, criaderos de cerdos, conejos, aves, etc.) o industrias derivadas de la actividad agropecuaria (frigoríficos, mataderos, plantas de silos, plantas de chacinados, lácteos, etc.) o los desechos domiciliarios (basurales municipales) son focos generadores de este insecto. (10).

En ambientes sensibles, como aquellos en los que se elaboran alimentos y las instalaciones de envasado de los mismos, restaurantes, hospitales, un pequeño número de moscas no pueden ser toleradas. En el contexto de la ganadería o la producción de aves de corral, sin embargo, algunas moscas son inevitables. Se generan problemas graves, cuando se producen aves de corral, en zonas suburbanas de grandes ciudades, ya que los residentes, por lo general, no toleran la gran cantidad de moscas que emanan de esas instalaciones (10).

#### 1.5 Importancia de la ganadería en México

La actividad ganadera hace referencia a la domesticación de los animales y está enfocada, básicamente a la generación de alimentos para el consumo humano. En México se desarrollan principalmente las ganaderías bovina, porcina, ovina y caprina (11).

Tan solo en México, la ganadería bovina representa una de las principales actividades del sector agropecuario del país y es, tal vez, la actividad productiva más extensiva en el medio rural, principalmente por la producción de alimentos cárnicos y lácteos. Hay más de un

millón y medio de unidades de producción y ranchos ganaderos dispersos a lo largo y ancho de todas las regiones del país, trabajando con diferentes métodos y tecnologías (11).

La ganadería es una de las actividades primarias con mayor crecimiento durante la última década, lo que se refleja en un sector pecuario rentable y sustentable que garantiza la producción y abasto de alimentos accesibles, sanos y de calidad (12).

La ganadería utiliza cerca del 53.7% de los 200 millones de hectáreas de tierra que hay en México y contribuye, aproximadamente, con el 40 % del producto interno bruto (PIB) del sector (11).

Todo productor debe desarrollar un plan sanitario para su ganado, que entre otros aspectos debe incluir: higiene de instalaciones, vacunas y control de plagas y otras medidas necesarias que aseguren la salud y bienestar del ganado; así, la salud y bienestar animal dependerá de aspectos tales como: condiciones del animal, del medio en que se encuentra y de la presencia de agentes que producen enfermedades (13).

- **Pérdidas económicas**

Dentro de las limitantes para garantizar una ganadería sustentable, se menciona las plagas y enfermedades de los animales, pues además de los daños directos que infringen, algunas de ellas eventualmente se pueden ser transmitidas al hombre.

Entre las plagas más conocidas de la ganadería se menciona a las *M. doméstica* y *S. calcitrans*; ambas, constituyen el 90% de la población de adultos de moscas en las explotaciones ganaderas; además, diferentes especies de garrapatas, piojos y ácaros suelen ser plagas comunes y significativas del ganado (14).

## 1.6 Enfermedades transmitidas por vectores

- **Salmonelosis**

Los microorganismos poseen una marcada especificidad de huésped, por ejemplo *S. choleraesuis* infecta solo a porcinos, *S. pullorum* y *S. gallinarum* producen enfermedad principalmente en pollos y gallinas, *S. dublin* infecta principalmente a bovinos (15).

Por lo general, la enfermedad es más grave en animales estresados, jóvenes o hembras preñadas. Los síntomas pueden incluir diarrea acuosa y fétida, dolor abdominal y fiebre. La deshidratación, el shock y la muerte pueden sobrevenir y son muy comunes en animales jóvenes (15).

- **Ántrax**

Es una enfermedad producida por la bacteria *Bacillus anthracis*. Los bovinos, ovinos y caprinos son los animales que más riesgo corren de contraer el ántrax. La mayoría de los animales contraen la enfermedad por vía oral, al pastorear en los suelos contaminados con esporas de ántrax (16).

El síntoma más común de la infección en animales es la muerte súbita. Antes de morir, los animales pueden presentar fiebre, temblores musculares y dificultad para respirar. Después de la muerte se pueden reproducir hemorragias por el hocico, nariz y ano. El microorganismo es muy resistente a los desinfectantes comunes y logra sobrevivir durante largos periodos en el ambiente. Así, los carnívoros pueden adquirir el ántrax al ingerir animales infectados (16).

- **Mastitis**

Es una inflamación de la glándula mamaria y sus tejidos secretores. Reduce la producción de leche, alterando su composición, incluso su sabor; además, puede elevar la carga bacteriana normal. Esta enfermedad provoca graves pérdidas económicas a la industria lechera (17).

La principal causa de la enfermedad es de tipo infecciosa, donde las bacterias: *Streptococcus agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*, *Escherichia coli*, *Pasteurella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y micoplasma bovis son los principales agentes infecciosos. La penetración puede ocurrir por multiplicación, movimiento mecánico, propulsión durante el ordeño o por una combinación de factores (17).

Al principio de la infección no se presenta ningún signo clínico de la enfermedad, no hay fiebre ni reacción local y la leche tiene apariencia normal. Luego, aparecen alteraciones más notables; la leche se hace acuosa, azulosa y después grumosa, viscosa y amarillenta y la producción disminuye; al mismo tiempo, van apareciendo lesiones en la glándula, como nódulos en la base de los pezones (18).

- **Queratoconjuntivitis infecciosa bovina**

Enfermedad que afecta al ganado bovino principalmente. Se da por la infección de la bacteria *Moraxella bovis*, vive en el suelo y en las plantas. Si se descuidan los casos, el animal puede perder el ojo. Aunque no es una enfermedad letal, su impacto económico es considerable, pues ocasiona que los animales dejen de comer durante un periodo variable, lo que origina baja producción láctea o pérdida de peso (18). La transmisión puede ocurrir directamente de animal a animal, a través de secreciones oculares, nasales y vaginales; o de forma indirecta, a través de vómitos o vectores que, como las moscas, son capaces de transportar el germen.

Los síntomas son: lagrimeo, inflamación de párpados, formación de “nube” blanco amarillento de pocos milímetros en la córnea hasta ocupar todo el ojo, el proceso puede demorar hasta una semana en avanzar (14).

- **Brucelosis bovina**

La causan diversas especies de bacterias del genero *Brucella* y cada uno de ellos tiende a infectar a una especie de animal específica; Por ejemplo, *B. abortus* en ganado bovino, *B. melitensis* en ovinos y caprinos y *B. suis* en porcinos. La enfermedad en

los animales se caracteriza por la existencia de abortos o falta de reproducción. Aunque los animales suelen recuperar, y después del primer aborto son capaces de procrear, ellos pueden continuar excretando bacterias (19).

Por lo general, la brucelosis se transmite cuando un animal enfermo aborta o pare y el líquido del parto de ese animal habrá una gran cantidad de bacterias. Pueden sobrevivir varios meses en el medio externo, especialmente en condiciones frías y húmedas; y siguen siendo infecciosas para otros animales que las ingieren (19).

- **Babesiosis o fiebre por garrapatas**

Es una enfermedad del ganado bovino transmitida por las garrapatas y causada por los parásitos *Babesia bovis* y *B. bigemina*; también se conoce como piroplasmosis, aguas rojas, fiebre de las garrapatas y fiebre de Texas. Uno de los principales signos observados es la fiebre bovina, que se presenta varios días después de que el bovino fue expuesto a garrapatas infectadas (19).

El animal pierde el apetito, esta decaído y tienen a apartarse de los demás; conforme avanza la enfermedad, se presentan problemas digestivos, deshidratación, debilidad, postración y finalmente la muerte (19).

**Tabla 2.** Principales plagas que atacan al ganado en México

Especie	Grupo de ganado	Daño y enfermedad transmitida
<i>Musca domestica</i>	Vacuno, Caprino, Equino, Porcino y Avícola	Salmonela, ántrax, mastitis, conjuntivitis, cólera, botulismo
<i>Stomoxys calcitrans</i>	Vacuno, Caprino, Equino y Porcino	Anaplasmosis y mastitis
<i>Haematobia irritans</i>	Vacuno, Caprino	Anaplasmosis
<i>Tabanus columbensis</i>	Vacuno, Caprino, Equino y Porcino	Anaplasmosis y tripanosomiasis
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	Vacuno, Caprino, Equino, Porcino	Irritación y picazón en la piel
<i>Rhipicephalus microplus</i>	Vacuno, Caprino, Equino, Porcino, ovino	Babesiosis y Anaplasmosis
<i>Sarcoptes scabiei</i> <i>Demodex phylloides</i>	Vacuno, Caprino, Porcino, Ovino	Sarna o roña

Fuente: (20)

- **Pérdidas económicas por *M. doméstica*.**

Las moscas no son tan solo una molestia, son portadoras de enfermedades que plantean un serio riesgo sanitario a personas y animales. Globalmente, causan pérdidas en la producción ganadera y aviar estimadas en billones de dólares (Figura 4). Las moscas no picadoras provocan una irritación continua al alimentarse de las secreciones de los ojos, nariz y pequeñas heridas de los

animales domésticos. Esto les distrae de comer, causando una reducción en el crecimiento y productividad (21).

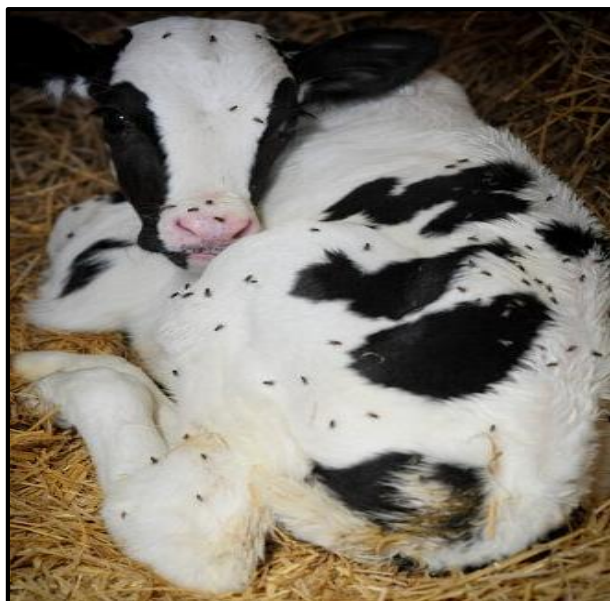
*Musca doméstica* (Mosca casera), *Stomoxys calcitrans* (Mosca del establo) y *Haematobia irritans* (Mosca del cuerno) son un serio problema zoonosanitario en las áreas pecuarias de México. Poblaciones elevadas de moscas causan los siguientes impactos negativos: 1) Provocan estrés y disminución del confort de los animales debido a

sus picaduras, lo que afecta negativamente su consumo de alimento y, en consecuencia, causan reducción de la producción de leche y pérdida de peso, B) Contaminación de los productos pecuarios, C) Enfermedades a los animales incrementan en costos de producción (21).

El problema que se asocia más claramente con estos insectos es la miasis, que es la parasitosis de las larvas de dípteros. Puede clasificarse en primaria o específica, secundaria o semi específica y accidental, siendo esta última la producida por la mosca común) y puede afectar el tejido cutáneo, subcutáneo, urogenital, oftálmico, nasofaríngeo e intestinal (23).

No solo al ser humano le produce las molestias, sino que se han reportado casos en que la alta densidad de población de moscas domésticas en granjas avícolas provoca una reducción en la producción de huevos por parte de gallinas ponedoras (24).

Asimismo, cuando las poblaciones de moscas alcanzan proporciones de plaga en zonas próximas a núcleos humanos, representan un serio riesgo sanitario y medio ambiental, no tan solo al productor, sino también a los vecinos y a la comunidad. Sin duda, la presión social y legislativa aumentará en el futuro, llevado a posibles cierres de granjas por parte de las autoridades sanitarias locales (7).



**Figura 4.** Presencia de *M. domestica* en ganado vacuno.

La mosca doméstica es considerada por la *Food and Drug Administration* (FDA) como un importante factor en la difusión de diversas enfermedades infecciosas transmitidas por los alimentos como el cólera, la shigelosis y la salmonelosis (25).

### 1.7 *M. domestica* como vector

Según numerosas investigaciones se ha determinado que esta especie puede transmitir organismos causantes de enfermedades tanto al hombre como a los animales, incluyendo protozoos, bacterias, virus, rickettsias y lombrices parásitas. Además, estudios epidemiológicos y entomológicos han demostrado que esta especie puede tener algún papel en la transmisión de agentes infecciosos causantes de diarreas, en particular shigelosis o disentería (21).

La transmisión se produce cuando la mosca se pone en contacto ya sea con el ser humano o con alimentos (Malik *et al.*, 2007) a través de su aparato bucal, de su cuerpo, pelos, de la parte pegajosa de las patas y por el tracto intestinal (25).



**Figura 5.** *M. domestica* regurgitando.

Las moscas son transporte mecánico de más de 100 enfermedades intestinales en humanos y en animales (Forster *et al.*, 2007; Malik *et al.*, 2007). *M. domestica* participa en la diseminación de patógenos entéricos tales como *Escherichia coli*, *Shigella spp.*, *Salmonella spp.*, *Helicobacter spp.*, *V. cholerae* non-O1. Además, el paso de microorganismos a través del tracto alimentario de esta especie de mosca, puede proporcionar una oportunidad para la multiplicación de patógenos entéricos. (26).

- **Shigelosis**

En la actualidad, las enfermedades diarreicas provocadas por enterobacterias del género *Shigella* son responsables de la gran morbilidad y mortalidad que existe en el mundo, generando un impacto en la salud pública. Entre los factores que incrementan estas enfermedades son la ausencia de un abastecimiento adecuado de agua; por lo tanto, a esto se añade un bajo nivel de higiene, sanidad y contaminación de comida, además se agrega el papel que cumple un grupo de seres vivos muy distintos entre si, pero conocidos como vectores de enfermedades, entre ellos la *M. domestica* (3).

La ruta fecal-oral es la forma principal de transmisión a través de la ingestión de alimentos o agua contaminada, siendo los niños de 1 a 4 años de edad los más afectados. Los síntomas se presentan en forma abrupta después de 2 a 4 días de incubación con presencia de fiebre elevada, toxicidad, anorexia, náusea, vómitos, calambres abdominales y diarrea. Inicialmente la diarrea implica la aparición de deposiciones líquidas abundantes (afectación de intestino delgado), seguido de deposiciones mucosanguinolentas frecuentes de pequeño volumen, asociada a pujo y tenesmo (compromiso de intestino grueso). Más del 50% de casos es posible que no progresen a una disentería (27).

Si bien el rotavirus es la causa más frecuente de diarrea en niños, las diarreas disintéricas producidas por shigella pueden ser causa de un 15% de muertes, por lo cual su tratamiento antimicrobiano es importante, para acortar el periodo de enfermedad y el tiempo de eliminación del patógeno. Pero se debe asegurar un tratamiento de bajo costo y con buena adherencia (28).

- ***Escherichia coli***

Las enfermedades gastrointestinales, así como las infecciones entéricas son de las enfermedades más comunes del humano. La Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) ha estimado que alrededor de dos millones de niños mueren anualmente de enfermedades

diarreicas en países en vías de desarrollo y producen además la muerte de un menor cada 15 segundos alrededor del mundo (29).

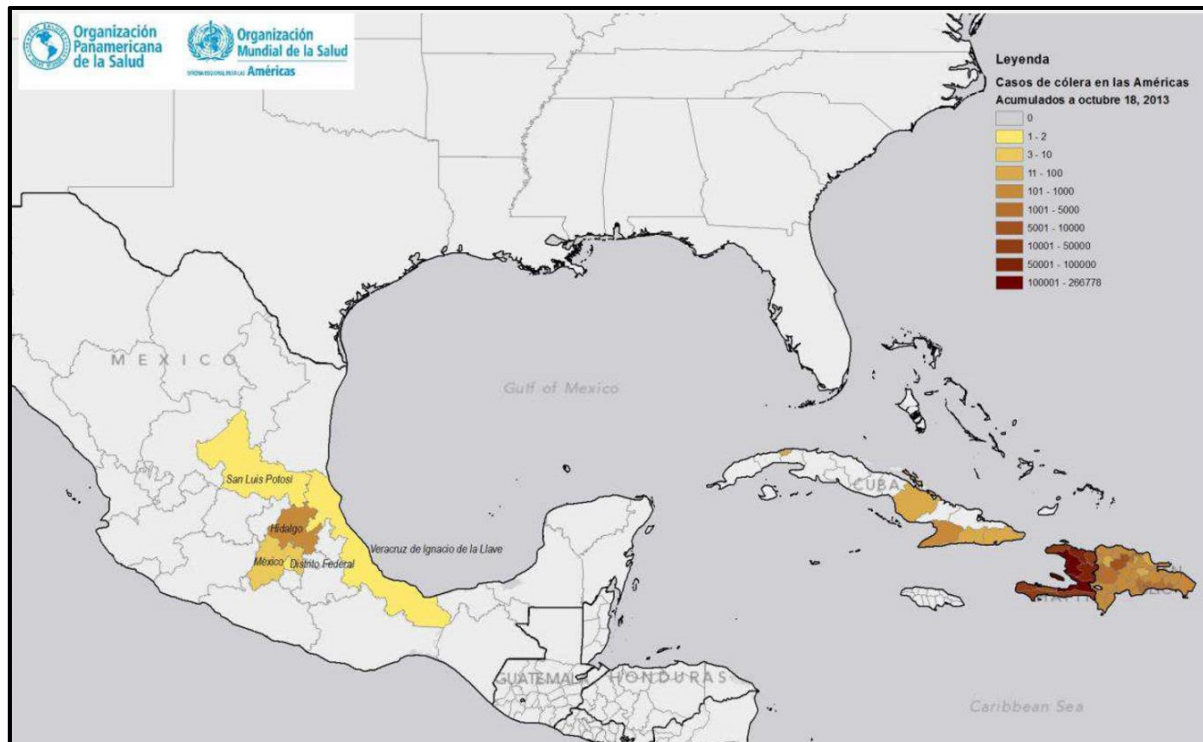
Hasta hoy, se han podido identificar por lo menos seis categorías de *E. coli* que provocan diarreas en el humano, *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), enteroinvasiva (EIEC), enterohemorrágica (EHEC), enteroagregativa (EAEC), adherente difusa (DAEC) y enteropatógena (EPEC). Cada una de ellas tiene codificado a nivel cromosomal y plasmídico diferentes grupos de genes que participan directamente en la virulencia (30).

- **El cólera**

El cólera es una enfermedad diarreica causada por la infección del intestino por la bacteria *Vibrio cholerae* (OMS, 2004), un bacilo que se encuentra en ambientes acuáticos. En la actualidad se conocen alrededor de 200 grupos de *V. cholerae* sobre la base de la composición del antígeno O de lipopolisacárido (30).

La bacteria causa enfermedad clínica por la acción de una enterotoxina que promueve la secreción de agua y electrolitos hacia la luz del intestino delgado (Carvajal, 2010); la enfermedad alcanza su máxima gravedad en 24 horas, pudiendo llegar a perderse hasta 1 litro de líquido por hora (Farreras, 1998). La pérdida de grandes cantidades de líquido y sales puede causar una deshidratación grave y provocar la muerte. La letalidad en los casos no tratados oscila entre 30 y 50%, mientras que en los tratados adecuadamente con rehidratación es menor de 1% (32).

La detección de cólera en México (Figura 6) representa la primera transmisión local registrada en México desde la epidemia 1991- 2001. El perfil genético de las cepas aisladas en los casos actuales en México presenta una alta similitud (>95 %) con la cepa que está circulando actualmente en tres países del Caribe (Haití, República Dominicana y Cuba), y es diferente de la cepa que había estado circulando en México hace más de una década (33).



**Figura 6.** Zonas afectadas por cólera en el año 2013.

### 1.8 Alternativas actuales para el control de *M. doméstica*

El control de la *M. doméstica* está orientado a reducir las poblaciones de adultos y larvas, si bien estas medidas son específicas también sirven para controlar otras plagas siendo una regla fundamental la higiene, a través de un manejo adecuado de desperdicios y alimentos. En lugares donde prevalece la basura, excrementos de animales, residuos de cosecha y alimentos en descomposición es inevitable el uso de insecticidas, los cuales deberán aplicarse en los focos de incubación y desarrollo de los huevos, en las áreas donde la mosca está presente y en los alrededores (34).

- **Mecánico/Cultural**

El control cultural de las moscas consiste básicamente en manipular, en la medida de lo posible, los factores abióticos (condiciones ambientales tales como temperatura, humedad del medio de cría y humedad relativa). En esencia esto significa una gestión apropiada del estiércol, pienso e instalaciones (35).

En el sistema de gestión del estiércol ocurre 2 extremos: eliminación frecuente del estiércol y

acumulación prolongada del mismo. Cuando el estiércol es retirado completamente de forma frecuente y regular, no hay un sustrato para la cría de mosca en las instalaciones animales. Alternativamente, si el estiércol se deja acumular y es regularmente pisoteado y compactado, el sustrato será inadecuado para la cría de moscas (21).

Existen métodos mecánicos para controlar la población de moscas. Estos consisten en metodologías tendientes a impedir que las moscas ingresen a un determinado recinto o bien una vez que hayan ingresado, queden atrapadas o se eliminen por algún dispositivo adecuado. Dentro de esta técnica se encuentran la utilización de mallas mosquiteras y cortinas. También existen trampas viscosas y trampas de luz ultravioleta ubicadas alrededor de viviendas y negocios que reducen las poblaciones de moscas domésticas. Se cuelgan tiras de resina (papel atrapamoscas) en áreas infectadas en las que no existe o hay poca corriente de aire. Estos métodos se utilizan para matar, repeler o atrapar en vuelo a las moscas (24)

- **Biológico**

Los métodos de control biológico consisten en emprender acciones que potencian y preservan las



poblaciones de depredadores y parasitoides que aparecen de forma natural, Los principales depredadores de las moscas en las instalaciones de producción animal intensiva son: escarabajos depredadores de las familias Staphylinidae e Histeridae pueden ser abundantes en el estiércol. Los más comunes suelen ser del género *Histerido*. Se trata de pequeños escarabajos negros cuyos adultos y larvas se alimentan de los huevos y las larvas de moscas. Los adultos de *Carcinops pumilio* pueden consumir 13-14 huevos de mosca doméstica al día, mientras que las larvas de dichos escarabajos son capaces de consumir 2-3 huevos al día. Los ácaros depredadores de huevos y larvas de primer instar de las moscas son principalmente de las familias: Macrochelidae, Uropodidae y Parasitidae (35)

Los parásitos de moscas comúnmente asociados a los sistemas de producción animal intensiva ganadera son pequeñas avispas (Hymenoptera), esencialmente de los géneros *Muscidifurax*, *Spalangia* y *Pachycrepodeus*, los 3 de la familia Pteromalidae. Estos parasitoides suelen depositar un huevo en la pupa de la mosca tras haber perforado la envoltura pupal con el ovopositor (35)

- **Natural**

Debido a los problemas expuestos, los investigadores continúan la búsqueda de nuevos métodos para el control de la mosca. En consecuencia, se estudian distintas alternativas entre ellas los insecticidas botánicos, los cuales se basan en compuestos naturales sintetizados por las plantas. Mediante el uso de insecticidas naturales se dispondría de insecticidas selectivos, eficaces y amigables con el medio ambiente. Varios informes han demostrado la eficacia de los compuestos naturales sobre los insectos, permitiendo el control de plagas, utilizando distintas sustancias, incluidos los aceites esenciales (37).

Se ha estudiado la acción de aceites esenciales sobre muchos insectos, como los mosquitos *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* y *Aedes aegypti* (38), la isoca *Spodoptera litura* (39), la cucaracha *Blattella germanica* (40), las termitas *Reticulitermes speratus* (41) y *Coptotermes formosanus* (43), y los piojos *Pediculus humanus capitis* (44).

En particular un estudio realizado en Tailandia en el 2015, demostró las propiedades disuasivas de *S. aromaticum*, *C. odorata* y *C. nardus* sobre la decisión de oviposición de la *M. doméstica*, exhibiendo las propiedades repelentes y larvicidas de los aceites esenciales de estas plantas (45).

(46) han evaluado la repelencia de los aceites esenciales de plantas aromáticas que crecen en Argentina, contra *Aedes aegypti* encontrando que la mayoría de esos AEs eran efectivos. En ese estudio se vio que los aceites esenciales de *Baccharis spartioides*, que contiene alcanfor (50%), *Rosmarinus officinalis*, que contiene alcanfor (34%) y *Aloysia citriodora*, que contiene limoneno (20%), fueron los más prometedores como repelentes. Estos resultados sugieren que el alcanfor y limoneno, que son los componentes principales de esos AEs, son los responsables del efecto repelente. También es de rescatar la eficacia del aceite esencial de *Minthostachys verticillata* (ex mollis) que contiene pulegona (51.2%), mentona (30.7%) y limoneno (10.1%), con resultados que indican buena repelencia contra el *Aedes aegypti* incluso en las concentraciones más bajas probadas.

Por otro lado, (44) publicaron un bioensayo de contacto con *Pediculus humanus capitis*, demostrando que la actividad pediculicida fue más acentuada con aceite esencial de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) que utilizando piretro o fenotrina (piretroide sintético) y el 1,8-cineol, componente principal de dicho aceite esencial, él aceite fue 2,2 y 2,3 veces más tóxico a piojos que fenotrina y piretro, respectivamente. Investigaciones realizadas en la mosca blanca de la fruta (*Bemisia argentifolii*) con el aceite esencial extraído del *Vanillosmopsis pohlii*, árbol del noreste de Brasil, concluyeron que posee marcados efectos insecticidas debido a su contenido en  $\alpha$ -bisabolol (47).

- **Químico**

En el mercado existen insecticidas de gran efectividad para el control de estos vectores; sin embargo, es necesario tener en cuenta que la mosca domestica posee una gran capacidad para desarrollar resistencia, razón por la cual el control debe basarse en la implementación de estrategias combinadas que involucren medidas de control (21).

El mecanismo de acción de un insecticida está determinado por la ruta metabólica en la que interfiere. Los insecticidas pueden actuar como tóxicos físicos (aceites minerales), tóxicos respiratorios, neurotóxicos (carbamatos, fosforados, piretroides), tóxicos protoplásmicos, reguladores del crecimiento de los insectos (reguladores de la hormona juvenil y de la muda), inhibidores de la síntesis de quitina, reguladores del comportamiento, inhibidores de la fosforilación oxidativa, entre otras (48).

En la elección de productos químicos, se debe considerar la eficiencia, tanto en términos de duración como de rapidez de acción, facilidad de uso, prevención de resistencias y efectividad de costo. Los métodos para el uso de insecticidas varían según se trate de adulticidas (cebos, fumigado y pintado de superficies) o larvicidas (fumigando lugares de cría y uso de aditivos alimentarios) (9).

**Tabla 3.** Insecticidas contra *M. doméstica*, autorizados por SENASA (49) y Organización Mundial de la Salud (50).

Grupo	Nombre	DL <sub>50</sub> (mg/kg) Oral en rata	Autorizado por SENASA	Autorizado por OMS
Piretroides	Aletrina	685	No	Si, clase II
	Cipermetrina	250	Si	Si, clase II
	Deltametrina	135	Si	Si, clase II
	Permetrina	500	Si	Si, clase II
	Cifenoctrina	318	No	Si, clase II
	Tetrametrina	5000	No	Si, clase II
Organofosforados	Clorpirifos	135	Si	Si, clase II
	Diclorvos	56	No	Si, clase 1b
	Dimetoato	150	Si	Si, clase II
	Azametifos	1010	No	Si, clase II
	Fenitrothion	503	Si	Si, clase II
Nicotinoides	Imidacloprid	450	Si	Si, clase II
Otros	Tiametoxam	>310	Si	No
	Ciromazin	3300	No	Si, clase III

Los productos químicos utilizados para combatir a la mosca doméstica (Tabla 3) se encuentran en el mercado en diversas presentaciones (polvos, granulados, etc.) pueden ser bastante eficaces. La mayoría emplean (organofosforados, piretroides, neonicotinoides) (35).

Sus principales desventajas actúan sobre otros insectos benéficos, contaminan, en caso de uso permanente, pueden llevar a la aparición de poblaciones de *M. doméstica* resistentes.

### 1.9 Resistencia a insecticidas

Se denomina resistencia, a poblaciones de insectos que escapan al efecto de un insecticida químico, sin embargo, la definición que ha sido adaptada y redefinida con el paso del tiempo. Un panel de expertos de la Organización Mundial de la Salud define resistencia como “el desarrollo de una habilidad en una cepa de insectos para tolerar dosis de sustancias tóxicas que matarían a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie” (51).

Los insectos sometidos a reiteradas aplicaciones de insecticidas, desarrollan resistencia a estos compuestos. Se define como resistencia a insecticidas a una habilidad complementaria y hereditaria propia de un individuo o de un conjunto de ellos, que los capacita fisiológica y etológicamente para bloquear la acción tóxica de un insecticida, por medio de mecanismos metabólicos y no metabólicos, y, en consecuencia, sobrevivir a la exposición, que para otros individuos de la especie sería letal (52).

El problema de resistencia comenzó a difundirse a partir de 1940, tiempo en el cual los plaguicidas fueron utilizados en forma masiva por los agricultores de Estados Unidos. Las primeras referencias aportadas sobre la resistencia a los plaguicidas se detectaron en 1914 en EE.UU. El orden con el mayor número de casos de especies resistentes es la orden díptera, con el 33.8% del total de insectos. La mayoría de las especies resistentes en este orden son vectores de enfermedades en humanos y animales. El intenso uso de insecticidas para controlar a estos insectos ha resultado en una alta selección de especies resistentes (51).

La *M. doméstica* es uno de los insectos más evolucionados, con una reproducción rápida y eficiente. El adulto es omnívoro y sumamente adaptable y parece ser el insecto con la mayor capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas a través de la más amplia área geográfica (9).

La investigación de nuevos plaguicidas busca descubrir productos potentes y con acción rápida, viéndose estas cualidades reflejadas en sus valores de  $DL_{50}$ , criterio usual para evaluar la toxicidad de un producto. Está confirmado que, en la naturaleza, las sustancias que utilizan las plantas para su defensa, suelen estar presentes sólo en concentraciones sub letales (39).

### 1.10 Insecticidas de origen vegetal

La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América Latina como Brasil, México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas, compuestos químicos con menor impacto

ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas (53).

Numerosos investigadores han documentado la bioactividad de extractos vegetales y aceites esenciales frente a diferentes insectos plaga (54). Para que un insecticida natural sea comercialmente viable debe cumplir, además con una serie de requisitos tales como selectividad, baja toxicidad para los enemigos naturales y mamíferos, biodegradabilidad y baja fitotoxicidad (55). De acuerdo a lo establecido por la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ) citado por (56) menciona que la concentración máxima es de 5000 ppm recomendada para que un producto sea considerado como efectivo dentro del parámetro del control biológico para el control de diversas plagas.

Los compuestos vegetales, de una gran versatilidad estructural, presentan propiedades muy diversas, pero su rol fisiológico en la planta no siempre es conocido. Los organismos vegetales sintetizan dos categorías de metabolitos: primarios y secundarios (57). (56) menciona por parte de la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), que la concentración máxima es de 5000 ppm recomendada en condiciones de laboratorio.

- **Metabolitos primarios**

Tales como (carbohidratos, proteínas, lípidos, y ácidos nucleicos), son indispensables para el desarrollo y multiplicación de las plantas. Las rutas metabólicas primarias son comunes a todas las plantas, a diferencia de las secundarias, que varían considerablemente entre distintas especies, reflejando su historia evolutiva y relaciones taxonómicas. La característica de los metabolitos secundarios de ser específicos de un género o de una especie permite su clasificación a través de la taxonomía química (58).

- **Metabolitos secundarios**

Son sustancias bioactivas como terpenos, terpenoides, esteroides, alcaloides y compuestos sulfurados, entre otros. Algunos cumplen roles fundamentales en el metabolismo primario, tal es el caso de la clorofila y los reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas, ácido abscísico), mientras para otros compuestos aún no se ha determinado su función en el metabolismo de la planta. Ciertos autores sugieren que son el

resultado del proceso evolutivo vegetal, que confiere mayor aptitud de supervivencia a las especies vegetales que los presentan (59).

Las características químico-estructurales de los metabolitos secundarios dan lugar a diferentes mecanismos de acción, muchos de los cuales les otorgan potencial como insecticidas. Pueden ser además usados como base para el diseño molecular de insecticidas semi-sintéticos, con persistencia y toxicidad sobre plagas específicas, disminuyendo el riesgo de toxicidad respecto de los plaguicidas sintéticos y por ende aumentando la seguridad alimentaria (60)

Estos compuestos están presentes en todas las especies en concentraciones muy bajas, de allí su definición de secundario. La presencia de metabolitos secundarios está en muchos casos asociada a la protección de los tejidos vegetales de la acción de organismos fitófagos (insectos, ácaros y nematodos entre otros), hongos, bacterias y virus, pudiendo además afectar a otros organismos. Mientras los metabolitos primarios son fundamentales en la adquisición de biomasa y función reproductiva, los secundarios están en general involucrados en las interacciones planta-herbívoro, incluyendo a los productos naturales que actúan como defensas químicas (58).

## 2. *Eucalyptus globulus*

El género *Eucalyptus* (familia Myrtaceae) es nativo de Australia y comprende alrededor de 900 especies. El eucalipto es uno de los géneros de plantación más importantes del mundo representando el 8% de todos los bosques plantados (61). En todo el mundo las especies de eucaliptos han sido cosechados y comercializados para el aceite, la goma, la pulpa, la madera y los medicamentos (62).

### 2.1 Descripción taxonómica

Es un árbol de follaje persistente, de gran porte, de 30 a 55 m de altura, aunque en su hábitat original puede alcanzar los 90 m. Se caracteriza por el tronco color ceniciento, con corteza lisa que se desprende fácilmente en láminas en los ejemplares adultos. La copa es piramidal, alta, los tallos jóvenes son tetragonos, blanquecinos pubescentes. Las hojas son enteras, perennes y coriáceas, las juveniles son opuestas, sésiles, de base cordada, de color gris-azulado, de 8-15 cm de longitud y 4-8 cm

de ancho, mientras que las adultas son alternas, pecioladas, con la base cuneada, linearlanceoladas, de 15-25 cm de longitud, con el ápice acuminado, de color verde oscuro, con la nerviación marcada. Las flores son axilares, solitarias o en grupos de 2 a 3, de hasta 3 cm de diámetro, con numerosos estambres de color blanco. El fruto es una cápsula campaniforme de color glauco y cubierta de un polvo blanquecino, de 1.4-2.4 cm de diámetro. La floración es en septiembre-octubre. La multiplicación es por semillas (63).

### 2.2 Actividad biológica

El aceite esencial de *Eucalyptus* puede ser utilizado como insecticida y repelente. De hecho, es conocido desde hace cientos de años por su acción antibacteriana, antiséptica y antifúngica (64). Estas propiedades son bien conocidas debido a componentes como 1,8-cineol, citronelal, citronelol, acetato de citronelilo,  $\rho$ -cymeno, eucamalol, limoneno, linalol,  $\alpha$ -pineno,  $\gamma$ -terpineno, alocimeno y aromadendreno (65).

El aceite esencial de *E. globulus* ha sido usado como repelente de garrapatas, ácaros y nematodos (66). (68) comprobaron que es tóxico para larvas de *A. aegypti*. Tanto el aceite como su mayor componente el 1,8-cineol, mostraron toxicidad sobre el “piojo de la cabeza” *Pediculus humanus capitus* Haeckel (Pediculicidae) (68).

## 3. *Schinus molle*

*Schinus molle* L. (Fam. Anacardiaceae), el llamado árbol pimienta de California, es un árbol silvestre de hoja perenne de hasta 6 m de altura y nativo del trópico americano. La planta también se cultiva como un árbol de jardín ornamental en muchas partes más cálidas del mundo (69).

### 3.1 Descripción taxonómica

El género *Schinus* pertenece a la familia Anacardiaceae y abarca aproximadamente 30 especies, la mayoría de ellas son nativas del sur de América (70). Debido a sus caracteres ornamentales, numerosas especies, principalmente *S. molle*, se han introducido en los países europeos y otras partes del mundo (71). Árbol de 10-12 m de altura de ancha copa y ramaje colgante, muy ornamental. Tronco corto, grueso, muy fisurado, con la corteza que se desprende en placas. La corteza exuda resinas muy aromáticas. Hojas

paripinnadas, de 25-30 cm de longitud dispuestas en ramillas colgantes en zig-zag. Tienen de 14 a 30 folíolos de forma linear-lanceolada y borde algo dentado, sobre todo los jóvenes, casi sin pecíolo. Inflorescencias muy ramificadas, largas y colgantes, con flores pequeñas de color blanco verdoso. Florece de abril a julio. Frutos drupáceos, globosos, de color rojo, que permanecen en el árbol bastante tiempo (69).

### 3.2 Actividad biológica

Los extractos de hexano de hojas y frutos de *S. molle* fueron probados para propiedades repelentes e insecticidas frente a ninfas de primer estadio y huevos de *Triatoma infestans*, el vector de la enfermedad de Chagas (72). Recientemente, se informó que un extracto hexánico de hojas y frutos podría ser repelente e insecticida para el vector de la enfermedad de Chagas *T. infestans* (72).

## 4. *Rosmarinus officinalis*

El romero pertenece a la familia Lamiaceae (Labiatae Labiadas), es una planta arbustiva con tallos prismáticos, las hojas son estrechas, agudas y pequeñas, tienen forma de espigas de color verde brillante con márgenes revolutos y tallos leñosos y ramificados (74). En México crece y es utilizado como planta medicinal en los estados de Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tlaxcala, y Veracruz (74).

### 4.1 Descripción taxonómica

Dentro del género *Rosmarinus* la especie *Rosmarinus officinalis* L. es un arbusto de hasta 2 metros de altura, generalmente erguido, aunque en ocasiones achaparrado y cuya vida media oscila entre 5 y 15 años. Su floración puede ser varias, pues mientras que algunos autores afirman que las flores pueden estar presentes en la planta todo el año (75).

En cuanto a las hojas, son simples y de un tamaño menor o igual a 4-6 mm por rama; el borde de las hojas se caracteriza por ser agudo y entero, oscilando entre linear y lanceolado, con márgenes revolutos, sentados y algo afilados. En cuanto a la superficie foliar, el haz de las hojas es glabro mientras que su envés es con frecuencia lanoso, sobre todo en las jóvenes (76).

Así mismo, la inflorescencia es laxa y se encuentra situada en verticilastros axilares cortos con ejes lanosos y está formada por grupos de 5-15

flores con brácteas elípticas pequeñas comprendidas entre 2,5-3,5 mm (76).

### 4.2 Actividad biológica

La toxicidad fumigante de su aceite esencial es altamente efectiva contra *T. castaneum* (77) y *A. obiectus* (78), debido a la presencia de 1,8-cineol y alcanfor (79).

(80) realizaron un estudio, en el cual utilizaron aceite de *R. officinalis* para evaluar la actividad larvicida contra individuos de cuarto estadio de *Pseudaletia unipuncta* y *Trichoplusia ni*. Los compuestos de la planta, se determinó la actividad larvicida de los compuestos de la planta siendo el Camphor, mejor ya que obtuvo una  $DL_{50} = 189.4$  µg en larva, el d-limoneno obtuvo una  $DL_{50} = 194.6$  µg en larva, el p-cimeno obtuvo una  $DL_{50} = 216.5$  µg en larva de *P. unipuncta*. En las larvas de *T. ni*, el  $\alpha$ -terpineol fue el compuesto más tóxico  $DL_{50} = 128,5$  µg en larva, seguido de p-cimeno con  $DL_{50} = 165,7$  µg en larva y por último  $\beta$ -pineno  $DL_{50} = 170,8$  µg en larva.

## 5. *Thymus vulgaris*

El tomillo (*Thymus vulgaris* L.) es una especie perteneciente a la familia Lamiaceae, arbusto enano perenne, cuya parte útil son las hojas y tallos (81). Crece en climas templados, templado-cálidos y de montaña. Resiste bien las heladas y sequías, pero no el encharcamiento ni el exceso de humedad ambiental, aunque se adapta bien a los suelos ricos en aluvión y calcáreos (cal), se adapta a los arcillosos, ligeros y silíceos (82).

### 5.1 Descripción taxonómica

El tomillo es una planta aromática vivaz, leñosa, polimorfa, de 10 a 45 cm de altura, con numerosas ramas leñosas, erectas, compactas, parduzcas o blanco-aterciopeladas. Las hojas de 3-8 mm, son lineares, oblongas, sentadas o brevemente pediceladas, opuestas, tomentosas, sin cilios, con el pecíolo o sus márgenes revueltos hacia abajo y blanquecinas por su envés. Las flores son axilares, bilabiadas y están agrupadas en la extremidad de las ramas, formando una especie de capitulo terminal, a veces con inflorescencia interrumpida. Las brácteas son verde-grisáceas, el cáliz, algo giboso, con pelos duros, con tres sépalos en el labio superior, cortos, casi iguales y dos en el inferior, muy agudos, más largos, con pelos en el

borde y de color rojizo. La corola, un poco más larga que el cáliz, con el labio superior erguido y el inferior trilobulado y de color blanquecino o rosado. Los cuatro estambres sobresalen de la corola y el fruto es un tetraquenio, lampiño, de color marrón (83).

## 5.2 Actividad biológica

(84) realizaron un estudio sobre la actividad larvicida con aceite esencial de *T. vulgaris* en larvas de cuarto estadio de *Culex pipiens*, se determinaron los compuestos de la planta, en donde el compuesto linalool obtuvo una mayor actividad larvicida en *Cx pipiens*, con una  $CL_{50}$  = 72.04 ppm a 24 horas, una  $CL_{50}$  = 68.61 ppm a 48 horas y una  $CL_{50}$  = 62.12 ppm en 72 horas.

## 6. *Lavándula sp.*

La lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller), anteriormente conocida como *L. officinalis* Chaix ex. Vill., *L. spica* L., *L. vera* D.C., lavanda verdadera, fina o lavanda inglesa, es un arbusto perenne nativo del sur de Europa y la zona mediterránea, donde se cultiva ampliamente (85). Su período de floración es de junio a julio y nace espontáneamente en altitudes de 800 a 1500 m. El arbusto tiene hojas lineales, estrechas de verde pálido o ligeramente argénteas con llamativas flores de color azul-violeta (86).

### 6.1 Descripción taxonómica

Es un arbusto aromático compuesto por tallos leñosos de hasta 50 cm de altura, de ramas erectas. Las hojas (de 20 a 50 mm de largo y de 1 a 3 mm de ancho) son lineales, simples, opuestas, enteras y lanceoladas de color verde grisáceo con margen resuelto, provistas de densa pilosidad grisácea. El pedúnculo floral alcanza una longitud de 10 a 30 cm y normalmente no está ramificado. Las flores, de color azul-violáceo, se agrupan en una inflorescencia, con brácteas florales anchamente ovales y puntiagudas. La corola es bilabiada, con el labio superior recto, erguido, formado por dos lóbulos. El labio inferior es trilobado. Poseen cuatro estambres, didínamos y el ovario dividido en cuatro partes. La época de floración se da en verano y cuando las flores están abiertas son colectadas entre los meses de julio y agosto (87).

## 6.2 Actividad biológica

(88) realizaron una investigación donde se utilizó *Lavándula angustifolia* para actividad biocida contra *Acyrtosiphon pisum*. El aceite se caracterizó, revelando que el linalool fue el componente más abundante (38.57%), seguido de acetato de linalilo (29.95%), 1,8-cineol (13.66%), alcanfor (13.13%),  $\beta$ -pineno (3.14%) y terpineno-4-ol (1.54%), donde se obtuvieron valores en la  $CL_{50}$  = 11.2  $\mu$ l/l  $CL_{90}$  = 15 $\mu$ l/l a las 72 h de su aplicación.

## 7. *Poliomintha longiflora*

Orégano (oros, montaña y ganos, ornamenta) es el nombre común que se da a más de 60 especies de plantas de aroma y sabor característicos utilizadas principalmente como especias en diversas partes del mundo. La mayoría de ellas pertenece a las familias Lamiaceae y Verbenaceae de las cuales las más importantes son las del orégano europeo (*Origanum sp.*) y del orégano mexicano (*Lippia sp.*) (89). Las especies de mayor importancia económica son: *Origanum vulgare* L. ssp. viride (Boiss) Hayak (orégano griego), *Origanum onites* L. (orégano turco), *Thymus capitatus* (L.) Hoffmanns y Link, *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb. (orégano español, perteneciente a la familia Lamiaceae) y *Lippia graveolens* H. B. K. (orégano mexicano, de la familia Verbenaceae) (90). Es importante mencionar que existe una gran diferencia entre el orégano europeo (*Origanum sp.*) y el orégano mexicano (*Lippia sp.*) (89).

### 7.1 Descripción taxonómica

Taxonómicamente tiene representantes en cuatro familias: Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Verbenaceae, siendo las dos últimas las más reconocidas (89). Existe controversia en el número de géneros y especies que se han reconocido bajo este nombre, siendo registradas hasta el momento de 24 a 61 especies, distribuidas en 16 a 27 géneros (91).

### 7.2 Actividad biológica

(92) realizaron un estudio donde se utilizó *Origanum vulgare* para la actividad larvicida de *Anopheles stephensi*, *Anopheles subpictus*, *Culex quinquefasciatus* y *Culex tritaeniorhynchus*, donde se hizo una cromatografía para determinar los

compuestos de la planta, los cuales inicialmente, se aplicó un método de cromatográfico para identifica a los compuestos de la planta, los cuales correspondieron a 17 compuestos, donde los mayores compuestos fueron el carvacrol obtuvo (38.30%), terpinen-4-ol (28.70%). El aceite de *O.*

*vulgare* tuvo una  $CL_{50}=67.00 \mu\text{g/ml}$  en *A. stephensi*,  $CL_{50}=74.14 \mu\text{g/ml}$  en *A. subpictus*,  $CL_{50}=80.35 \mu\text{g/ml}$  en *C. quinquefasciatus* y  $CL_{50}=84.93\mu\text{g/ml}$  en *C. tritaeniorhynchus*.

## LITERATURA

1- Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., Satya, S., 2012. Análisis de composición e actividad insecticida del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* (familia: Myrtaceae) contra mosca doméstica (*Musca domestica*). *Acta Trop.* 122, 212 – 218

2- Bejar, V.; Chumpitaz, J.; Pareja, E.; Valencia, E.; Huamán, A.; Sevilla, C.; Tapia, M.; Saez, G. 2006. *Musca domestica* como vector mecánico de bacterias entero patógenas en mercados y basurales de Lima y Callao. *Rev.*

3- Moissant, E. Tkachuk, O. y Roma R. 2004. Detección de agentes bacterianos en adultos de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) recolectadas en Maracat, Estado de Aragua, Venezuela. *Entomotropica* 19 (3): 161 - 64p

4- Hewitt, C. G. (2011). *La Casa-Mosca: Musca domestica* Linn. Nueva York (EE.UU.), Cambridge University Press. En línea.

[http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=23407&Itemid=](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=23407&Itemid=)

5- Gullan, P.J. & Cranston, P. S. (2010). *Los insectos, un esquema de la entomología*. Hong Kong, Willey Blackwell

6- Novartis, 2006. Control de moscas y producciones ganaderas y aviar, Programa contra las moscas; Control de moscas en el siglo XXI. Novartis Animal Health Inc. [www.flycontrol.novartis.com](http://www.flycontrol.novartis.com)

7- Cajade, J 2006. *Mosca, Introducción, Biología y Control*. Servicio Penitenciario Bonaerense. Secretaria de Higiene y Salud Laboral. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. [www.spb.gba.gov.ar/Publicaciones/Cartilla%20Moscas.pdf](http://www.spb.gba.gov.ar/Publicaciones/Cartilla%20Moscas.pdf)

8- Faz, L. M y Menses, P.M. 2007. Monitoreo de la mosca doméstica, *Musca domestica* en Zootecnia y evaluación del control de roedores en la unidad de

aves en Zamorano, Honduras. *Ciencia y Producción Agropecuaria*. Zamorano, Honduras. 18.

9- Schlapach, A. F. 2007. Control Integrado de Moscas. Sitio Argentino de producción animal. Argentina. 2-16.

10- Capinera, J. L. (2008). *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) *Enciclopedia de Entomología*, Springer Science + Business Media B.V. En línea. [Http://books.google.com.ar/](http://books.google.com.ar/)

11- SAGARPA. 2013. Resumen nacional pecuario. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario>. (ultima consulta el 10 de febrero de 2015)

12- Siap. 2013. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Boletín de leche enero-marzo de 2013. Obtenido de: <http://siap.gob.mx/> (Ultima consulta el 24 de febrero de 2015).

13- Peña, D. D. 2008. Enfermedades de ganado bovino. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México 28p.

14- Rodríguez, R.I., Rosado, J.A., Ojeda, M.M., Pérez, L.C., Trinidad, M.I. y Bolio, M.E. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 1(3): 295-308.

15- Gibson, E.A. 2008. Simposio: Salmonelosis en el hombre y los animales. Salmonelosis en terneros. *Registro Veterinario* 73 (48): 1294 - 1296.

16- Grant, M.J., PALMER, N. y Kennedy, P. 2007. *Patología de animales domésticos*. 5ta edicion. Vol. 3. Canadá. Mc Graw Hill. 468 p.

17- Lammers, A., Van, J., Erkens, J. y Smith, H. 2001. Los principales patógenos de la mastitis bovina tienen diferentes tropismos celulares en cultivos de células felinas mamarias bovinas. *Veterinary Microbiology* (80): 255 - 265.

- 18- Bradley, A.2002. La mastitis bovina es una enfermedad en evolución. El diario veterinario (2): 116-126.
- 19- Romero, R., González, A., Nevares, M. y Redriguez, E. 2011. Informe de 3 casos de rabia paralitica y babesiosis bovina en el municipio de Aldama, Tamaulipas. Veterinaria México 42 (2): 331-336.
- 20- Bolívar, A. M. 2013. Detección de Anaplasma marginale y Trypanosoma vivax y garrapatas de ganado bovino. Revista Electrónica de Veterinaria (3): 1-4.
- 21- Salas, C. y Larrain, P. 2007. Alternativas de control biológico de la mosca doméstica en explotaciones pecuarias. Revista. Tierra Adentro (76). 44-47.
- 22- Nava-Camberos, U., y V. Ávila-Rodríguez. 2008. Mosca doméstica *Musca domestica* (Díptera: Muscidae), págs. 395-413. En B. H. C. Arredondo y L. A. Rodríguez del B. [eds.], Casos de Control Biológico en México. Mundi Prensa, México.
- 23- Journal of Agricultural and Food Chemistry 57 (15): 6596 - 6602. SERVICE, M. 2004. Entomología médica para estudiantes. Tercera edición. Prensa de la Universidad de Cambridge. Reino Unido. Páginas. 149
- 24- Malik, A., Singh, N., y Satya, S.2007. Mosca doméstica (*Musca domestica*): una revisión de las estrategias de control de una plaga desafiante. Revista de Ciencia y Salud Ambiental Parte B 42 (4): 453-46
- 25- De Jesús, A. J. et al. (2004). Contaminación cuantitativa y transferencia de *Escherichia coli* de los alimentos por moscas domésticas, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) Int. J. Food Microbiol. 93: 259 - 262
- 26-Kobayashi, M., Sasaki, T., Saito, N., Tamura, K., Suzuki, K.,Watanabe, H., Agui, N., 1999. Las moscas domésticas: no es simple Vectores mecánicos de *Escherichia coli* enterohemorrágica 0157: H7. A.m. J. Trop. Medicina. Hyg. 61, 625 - 629.
- 27- Cheng Ac, Mc Donald JR, Thielman NM. Diarrea infecciosa en países desarrollados y en desarrollo. J Clin Gastroenterol 2005; 39: 757 – 73.
- 28- Organización Mundial de la Salud. Directrices para el control de la shigelosis incluyendo epidemias debidas a *Shigella dysenteriae* tipo 1. 2005 pp 1-70.
- 29- Alper, J. Las lagunas de datos necesitan un puente para evaluar las enfermedades gastrointestinales infecciosas. Noticias ASM. 2003; 69: 65 - 68.
- 30- Cunningham MW, y RS Fujinami. Efectos de los microbios en el sistema inmunológico. Filadelfia Lippincott Williams & Wilkins; 2000
- 31- Carvajal A, Oletta J. Cólera: Una amenaza para la región. Red de Sociedades Científicas Médicas de Venezuela. Noticias epide miológicas No. 25; 2010. Disponible en: [http:// bvs.per.paho.org/texcom/colera/ACarvajal.pdf](http://bvs.per.paho.org/texcom/colera/ACarvajal.pdf) Acceso el 22 de diciembre de 2012.
- 32- Organización Mundial de la Salud. Grupo Especial Mundial de Lucha Contra el Cólera: Brotes de cólera, evaluación de la respuesta a los brotes y mejora de la preparación. Ginebra: OMS; 2004.
- 33- Organización Panamericana de la Salud. Situación actual del cólera en la Región de las Américas. 19 octubre. [Internet]. 2013.
- 34- Alfá, A. 2012. Plagas domésticas. Historia – Patología – Placidas-Control. Palibrio. EEUU. Pp. 181-184, 189.
- 35- Martínez, E. y Hernández, E. 2012. Moscas Caseras *Musca domestica* L. Colegio de Ciencias Agrícolas. Departamento de Entomología. Notas Entomológicas.
- 36- Badii, M. y Abreu. J. 2006. Control biológico una forma sostenible de control de plagas. Daena: Revista Internacional de Buena Conciencia (1): 82-89.
- 37-Bakkali, F. et al. (2008). Efectos biológicos de los aceites esenciales - Una revisión. Toxicidad Alimentaria y Química 46 (2): 446-475.
- 38- Pavela, R. (2008). Propiedades insecticidas de varios aceites esenciales a la mosca doméstica (*Musca domestica* L.). Fitoterapia Res. 22: 274 - 278.
- 39- Hummelbrunner, L. A. & Isman, M. B. (2001). Efectos agudos, subletales, antialimentación y sinérgicos de los compuestos de aceites esenciales



monoterpenoides en el gusano del tabaco, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). *J. Agric. Food Chem.* 49: 715 - 720.

40- Jang, Y.-S. Et al. (2005). Toxicidad de la Fase de Vapor de los Compuestos de Aceituna de *Marjoram* y sus Monoterpenoides relacionados con *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 (20): 7892 - 7889

41- Seo, S.-M. Et al. (2009). Actividad Antitermítica Fumigante de Aceites Esenciales de Plantas y Componentes de Aceites de Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Carne de Carmín (*Carum carvi*), Dill (*Anethum graveolens*), Geranium (*Pelargonium graveolens*) y Litsea (*Litsea cubeba*) contra termitas japonesas (*Reticulitermes speratus* Kolbe).

42- Toloza, A. C. et al. (2006). La actividad fumigante y repelente de lactonas alifáticas contra *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae) de Argentina. *J. Med. Entomol.* 43 (5): 889 - 895

43- Zhu, B. C. R. et al. (2003). Toxicidad y repelencia del aceite de pachuli y el alcohol de pachuli contra las termitas de Formosa Subterráneas *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (16): 4585 - 4588.

44- Yang, Y.C., Choi, H.C., Choi, W.S., Clark, J.M., Ahn, Y.J., 2004. Actividad ovicida y adulticida de terpenoides de aceite de hoja de *Eucalyptus globulus* contra *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *J. Agric. Food Chem.* 52, 2507 - 2511.

45- Toxicidad y repelencia del aceite esencial de *origanum* y sus componentes contra *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) Adultos. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 13 (2010) 369-373. SOONWERA, M. 2015.

46- Gillij, Y. G. et al. (2008). Actividad repelente de mosquitos de aceites esenciales de plantas aromáticas que crecen en Argentina. *Bioresource Technology* 99 (7): 2507 - 2515.

47- De Andrade, I. L. et al. (2004). Composición Química e Insecticida de Aceites Esenciales de *Vanillosmopsis pohlii* Baker contra *Bemisia argentifolii*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (19): 5879 - 5881.

48- Arregui, M.C. & Puricelli, E. 2008. Mecanismos de acción de plaguicidas. Ed. Dow AgroSciences, Bs. As. 208 pp

49- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, S. (2011). Activos registrados aprobados por empresas a junio de 2016.

50- Organización Mundial de la Salud (2009) Chlorpyrifos. En línea: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/154.htm>.

51- Whalon, M.E., Mota S., D., Hollingworth, R.M. 2008. Resistencia global a los plaguicidas en los artrópodos. CAB Internacional. EUA.

52- Silva Aguayo, G. & Rodríguez M., J. C. (2004) Manejo de la resistencia a insecticidas. Ciencia ahora. Universidad de Concepción, Chile 14.

53- Rodríguez, H.C. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Texcoco, México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM), 2000. 133p.

54- Toxicidades de Repelencia, Fumigantes y Contacto de *Melaleuca cajuputi* Powell contra *Sitophilus zeamais* Motschulsky y *Tribolium castaneum* Herbst., Ko Ko, K., Juntarajumng, W. y Chandrapatya, A. *Thai J. Agricul. Science* 42 (1): 27 - 33.

55- Vieira, P.C., Mafezoli, J. & Biavatti, M.W. 2001. Insecticidas de origen vegetal. En: Ferreira, J.T.B., Correa, A.G. & Vieira, P.C. (eds.). *Productos Naturales en el control de insectos*. Ed. Da UFSCar. Sao Carlos, S.p, Brasil, pp. 23-46

56- Parra GJ, García CM, Cotes JM. Actividad insecticida de extractos vegetales sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) vector del dengue en Colombia. *Rev CES Med* 2007; 21(1): 47-54

57- Harbone, J.B. 1998. Métodos fitoquímicos una guía de técnicas modernas de análisis de plantas, aceites esenciales, tercera edición, Chapman y hall (Eds), Londres.

58- Leicach, S.R. 2006. Alelopatía. Interacciones químicas en la comunicación y defensa de las plantas. Editorial Eudeba, 202 pp.

59- Cox, P. 2002. Factores que afectan el comportamiento de las plagas de escarabajos en el grano almacenado, con especial referencia al

desarrollo de señuelos. J. Stored Prod. Res. 38: 95 - 115.

60- Park, J.D., Habeebu, S.S.M. & Klaassen CD. 2002. Toxicidad testicular de di- (2etilhexil) ftalato en ratas jóvenes Sprague-Dawley. Toxicology 171: 105 - 115.

61- González-García, S., Moreira, M.T., Feijoo, G., 2012. Aspectos ambientales de la producción y uso de etanol a base de eucalipto. Sci. Total, Ambiental. 438, 1-8

62- Manika, N., Chanotiya, C.S., Negi, M.P.S., Bagchi, G.D., 2013. Brotes copiosos como una fuente potencial para la producción de aceite esencial en *Eucalyptus globulus*. Cultivo Ind. Pinchar. 46, 80 – 84.

63- Winckler, C., Gambini, J. & Cendoya, J. 2005. Producción forestal. *Eucalyptus*, 5/1. Cátedra Dasonomía. Centro de impresiones CIFA. 60 pp.

64- Dethier, V.G. 1961. Behavioral aspects of protein ingestion by the blowflies, *Phormia regina* Meigen. Biol. Bull. Woods Hole 121: 456-470.

65- Liu, X., Chen, Q., Wang, Z., Xie, L. y Xu, Z., 2008. Los efectos alelopáticos de los esenciales aceite de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* sobre hongos patógenos y plagas insectos Frente. Forestry China 3: 232-236.

66- Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., Ulbricht C. (2004) Lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller). Journal of Herbal Pharmacotherapy 4: 63-78

67- Lucía, A., Audino, P.G., Seccacini, E., Licastro, S., Zerba, E. & Masuh, H., 2007. Larvicidal effect of *Eucalyptus grandis* essential oil and turpentine and their major components on *Aedes aegypti* larvae. J. Am. Mosq. Control Assoc. 23: 299-303.

68- Yang, Y.C., Choi, H.C., Choi, W.S., Clark, J.M., Ahn, Y.J., 2004. Actividad ovicida y adulticida de terpenoides de aceite de hoja de *Eucalyptus globulus* contra *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). J. Agric. Food Chem. 52, 2507 - 2511.

69- Sanchez de Lorenzo Cáceres, JM. 2007. Árboles ornamentales. <http://www.arbolesornamentales.com/Schinusmoll e.htm> leído el 12 de julio 2017.

70- Machado, D.G., Kaster, M.P., Binfare, R. W., Dias, M., Santos, A.R.S., Pizzolatti, M.G., Brighent, I.M.C. y Rodriguez, A.L.S. 2007. Efecto antidepressivo del extracto de hojas de *Schinus molle* L. en ratones: Evidencia de la implicación del sistema monoaminérgico. Prog. Neuropsicofarmacol. Biol. Psychiatry 31, 421 - 428.

71- Taylor, L. 2005. El poder curativo de las hierbas de la selva. Una guía para entender y usar Herbal Medicinals, Square One Publishers, Nueva York, NY.

72- Ferrero, A., Werdin González, J.O y Chopas, C.S. 2006. Actividad biológica de *Schinus molle* sobre *Triatoma infestans*. Fitoterapia 77, 381 – 383

73- Sotelo, J.I., D. Martínez-Fong y P. Marriel. 2002. Evaluación de la eficacia de *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) en la elevación de la hepatocidad aguda tetrachlondainduced de carbono en la rata. Journal of Ethopharmacology, 81 (3): 145 - 154.

74- Barni, M.V., A. Fantanals & S. Moreno. 2009. Estudio de la eficacia antibiótica de un extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* L., contra *Staphylococcus aureus* en dos modelos de infección en piel de ratón. Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas, Sociedad Latinoamericana de Fotoquímica. 8(3): 219-233.

75- Muñoz Centro, L.M. (2002). Plantas medicinales españolas. *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) (romero)/ Spanish medicinal plants. *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae) (rosemary). Biblid, vol. 21:105- 118.

76- Morales, R. (2014). En flora iberica. Plantas vasculares de la península ibérica e islas Baleares. 327-331 pp. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. [www.floraiberica.es](http://www.floraiberica.es)

77- Ahmadi, M., Moharrampour, S., Zolfaghari, H. 2007. Toxicidad fumigante comparativa de *Rosmarinus officinalis* y *Artemisia sieberi*. Conferencia del Grupo de Trabajo sobre Protección Integrada de Productos Almacenados de la IOBC WPRS. Poznan, Polonia. Sesenta y cinco.

78- Regnault-Roger, C., Hamraoui, A. 1995b. Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides*

- obtectus (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Stored Prod. Res.* 31: 291-299.
- 79- Zaouali, Y., Bouzaine, T., Boussaid, M. 2010. Composición de aceites esenciales en dos variedades de *Rosmarinus officinalis* L. e incidencia para actividades antimicrobianas y antioxidantes. *Food Chem. Toxicol.* 48: 3144 - 3152.
- 80- Murray B. Isman, Joanne A. Wilson y Rod Bradbury (2008) Actividades insecticidas de aceites comerciales de Rosemary (*Rosmarinus officinalis*.) Contra larvas de *Pseudaletia unipuncta*. Y *Trichoplusia ni*. En relación con sus composiciones químicas, *Pharmaceutical Biology*, 46: 1-2, 82-8
- 81- Naghdi Badi, H., D. Yazdani, A. S. Mohammad y F. Nazari. 2004. Efectos del espaciamiento y del tiempo de cosecha sobre el rendimiento y calidad / cantidad de aceite en el tomillo, *Thymus vulgaris* L. *Ind. Cultivo. Pinchar.* 19: 231 - 236.
- 82- Arcila-Lozano C.C., Loarca-Piña G., Lecona-Uribe S. y Gonzales de Mejia E. (2004). "El oregano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes". *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 54(1), Artículo número 14
- 83- López, M. 2006 Tomillo: propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. *Fitoterapia. Offarm*, 25(1): 74-77.
- 84- Nadia Bouguerra, Fouzia Tine Djebbar y Nouredine Soltani (2016) Aceite esencial de *Thymus vulgaris* argelino: composición química y actividad larvicida contra el mosquito *Culex pipiens*, *IJMR* 2017; 4 (1): 37 - 42
- 85- Da Porto, C., y Decorti, D. (2008). Análisis de los compuestos volátiles de flores y aceites esenciales de *Lavandula angustifolia* cultivados en el noreste de Italia mediante microextracción en fase sólida en espacio de cabeza acoplada a espectrometría de masas de cromatografía de gases. *Planta Med* 74, 182 - 187.
- 86- Lis-Balchin, M. (2004). Lavanda: El género *Lavandula* (Londres: Taylor & Francis).
- 87- Basch, E., Foppa, I., Liebowitz, R., Nelson, J., Smith, M., Sollars, D., Ulbricht C. (2004) Lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller). *Journal of Herbal Pharmacotherapy* 4: 63-78
- 88- Sabrine Attia, Georges Lognay, Stéphanie Heuskin, Thierry Hance (2015) Actividad insecticida de *Lavandula angustifolia* Mill frente al áfido de guisante *Acyrtosiphon pisum*, *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2016; 4 (1): 118-122
- 89- Kintzios, S. E. 2002. Perfil del príncipe multifacético de las hierbas. En: Kintzios, S. E. *Los géneros Origanum y Lippia*. Primera edición. Taylor y Francis, Nueva York. 3-8 p.
- 90- Oliveira, D. R.; Leitão, G. G. ; Bizzo, H. R. ; Lopez, D. ; Alviano, D. S. ; Alviano, C. S. y Leitão, S. G. 2007. Análisis químico y antimicrobiano del aceite esencial de *Lippia origanoides* H. B. K. *Química alimentaria*. 101: 236 – 240.
- 91- Koksall, O.; Gunes, E.; Orkan, O. y Ozden, M. 2010. Análisis del factor efectivo en las fuentes de información en las granjas de orégano turcas. *African J. Agric. Res.* 5: 142-149
- 92- Marimuthu Govindarajan, Mohan Rajeswary, S.L. Hoti, Giovanni Benelli, 2015, Larvicidal potential of carvacrol and terpinen-4-ol from the essential oil of *Origanum vulgare* (Lamiaceae) against *Anopheles stephensi*, *Anopheles subpictus*, *Culex quinquefasciatus* and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae), *Research in Veterinary Science* 104 (2016) 77–82.