

Journal of Engineering Research

Acceptance date: 29/04/2025

PROPIEDADES REPELENTES E INSECTICIDAS *in vitro* DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Geranium, Lavandulae Angustifolia Y Rosmarinus Officinalis* en *Ctenocephalides felis*

Andrea Nathalie Jiménez Kato

Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán, Chiapas

Alfredo Humberto Gordillo Hernández

Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán, Chiapas

Enrique Aguilar González

Docente del Departamento de Ingeniería Industrial, TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán, Chiapas

Marialena Sebastian Diego

Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán, Chiapas

Miguel Ángel Sebastian Diego

Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán, Chiapas

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Tito Díaz González

Docente del Departamento de Ingenierías,
TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán,
Chiapas

Saida Libia Peña Cano

Docentes del Departamento de Ciencias
Económico-Administrativa, TecNM-Instituto
Tecnológico de Comitán, Chiapas

Claudia Maricruz Flores Guerra

Docentes del Departamento de Ciencias
Económico-Administrativa
TecNM-Instituto Tecnológico de Comitán,
Chiapas

Resumen: La presente investigación estudia las propiedades repelentes e insecticidas de los aceites esenciales de geranio (*geranium*), Lavanda (*lavandulae angustifolia*) y Romero (*rosmarinus officinalis*) en la pulga de gato (*Ctenocephalides felis*) para ofrecer una alternativa natural al control de plagas y evitando el uso de los ectoparasitidas químicos como el fipronil que afectan la salud animal, humana y ambiental. El uso de estos aceites esenciales puede ser una solución accesible y ecológica, especialmente atractiva para personas conscientes del medio ambiente y que buscan cuidar a sus mascotas de manera segura. El principal problema de las infestaciones de pulgas en mascotas radica en la amenaza que representan para la salud y el bienestar tanto de los animales como del entorno doméstico. Los tratamientos convencionales, como las pipetas y los sprays, suelen contener compuestos químicos agresivos que pueden causar irritaciones cutáneas en los animales e incluso efectos adversos a largo plazo. Además, estos productos tienen un impacto ambiental considerable, ya que contribuyen a la contaminación química y pueden afectar a especies no objetivo. Ante este panorama, surge la necesidad de desarrollar alternativas más seguras y sostenibles para el control de pulgas. En el experimento se recolectaron 55 pulgas utilizando la técnica del peine fino descrita por Aguilar Zapata (2024). Los especímenes fueron identificados como *Ctenocephalides felis*, con base en las características morfológicas de la cabeza y las antenas. Posteriormente, fueron expuestos a aceites esenciales de romero, lavanda y geranio, además de un control positivo (Fipronil) y uno negativo (agua destilada). El aceite esencial de romero mostró un aumento progresivo en su efectividad, alcanzando un 100 % de mortalidad al finalizar el primer día. El aceite de lavanda logró una mortalidad del 90 %, mientras que el de geranio presentó únicamente un efecto repelente durante los dos días que duró el experimento.

Palabras-clave: Plantas aromáticas, repelente, pulgas, lavanda, romero, geranio, perros, medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

El control de pulgas en animales domésticos es un desafío constante tanto para los veterinarios como para los propietarios de mascotas. Según la European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (ESCCAP) las pulgas (principalmente *Ctenocephalides felis* y *C. canis*) son insectos que se alimentan de sangre en su etapa adulta y pueden parasitar a perros y gatos, así como otros animales de compañía, mamíferos silvestres y humanos. Son parásitos comunes que actúan como vectores de patógenos zoonóticos como *Dipylidium caninum*, *Bartonella spp.* y *Acanthocheilonema reconditum*.

Para combatir las pulgas en perros se usan productos comerciales con insecticidas, tales como el fipronil que ha demostrado ser efectivo en la eliminación de pulgas; sin embargo el fipronil en concentraciones muy bajas para el control de especies destino, también es tóxico para especies no destino, incluyendo a las abejas y numerosos macroinvertebrados acuáticos y terrestres. Estudios de laboratorio y campo han demostrado que tanto el fipronil, como sus productos de degradación, a concentraciones medioambientales observadas son suficientes para poner en peligro numerosos taxones de la comunidad acuática, incluidos los peces. (Gómez, 2022)

En respuesta a estas preocupaciones, ha surgido un creciente interés en el desarrollo de productos naturales que ofrecen propiedades repelentes sin los efectos colaterales de los insecticidas químicos. En este contexto, la presente investigación examina los efectos repelentes e insecticidas de los aceites esenciales de lavanda (*Lavandula angustifolia*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y geranio (*Geranium*).

Autores como Aguilar (2024) y Gil (2013) y laboratorios ZOOTAL (2017) destacan las propiedades repelentes frente a pulgas y garrapatas de los extractos de lavanda, romero y geranio

Estas plantas contienen compuestos volátiles, como el *Linalool*, *Citronelol* y *Geraniol* que son consideradas insecticidas naturales de origen vegetal, que se usa en la medicina veterinaria. Se emplean sobre todo en perros y gatos contra algunos parásitos externos (piojos, pulgas, mosquitos, etc.). También se usan contra plagas agrícolas y domésticas. (PARASITIPEDIA,2021)

Con este fin, se realizaron pruebas de comparación in vitro con *Ctenocephalides felis* utilizando aceites esenciales de lavanda, romero y geranio, con el objetivo de validar la repelencia de los aceites, así como la cualidad repelente e insecticida mencionada por los autores anteriormente citados.

JUSTIFICACIÓN

El último Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) indica que en México existen 35,219,141 hogares, de los cuales el 70.98% tiene al menos una mascota. La Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado (ENBIARE) proporciona un panorama general sobre la situación poblacional de perros y gatos en el país. Según el ENBIARE, que mide la visión del bienestar de las personas en diversas dimensiones de su vida social, aproximadamente 25 millones de hogares mexicanos albergan alrededor de 80 millones de mascotas. De estas, 43.8 millones son perros, lo que representa el 54.75%; 16.2 millones son gatos (20.25%); y 20 millones corresponden a peces y aves. Chiapas presenta la menor proporción de mascotas por habitante, con un 39.3%. Este estado cuenta con 2,175,702 animales de compañía y 5,543,828 habitantes, lo que da una relación de cuatro mascotas por cada diez personas (INEGI, 2021).

La prevención o eliminación de pulgas en las mascotas es un aspecto importante y es fundamental fomentar una mayor conciencia sobre los productos aplicados en las mascotas y el potencial impacto en su salud. Los anti-pulgas tradicionales, como los collares y aerosoles, contienen insecticidas como el fipronil, que está relacionados con el colapso de las colonias de abejas. Estos productos pueden causar efectos secundarios en perros, tales como pupilas dilatadas o puntiformes, marcha tambaleante, salivación, temblores, espasmos, hipotermia e, incluso, en casos de sobredosis, la muerte (Gupta y Doss, 2022).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ectoparásitos, como las pulgas, representan un riesgo tanto para las mascotas que parasitan como para los propietarios de estas. En muchas ocasiones, la fauna feral es responsable de propagar las pulgas hacia los hogares cercanos, afectando tanto a los animales domésticos como a los silvestres de la zona. Esto constituye una amenaza para la salud pública, ya que las pulgas actúan como vectores de enfermedades zoonóticas, como la peste bubónica, la tularemia y la bartonellosis, entre otras (Sagarra, 2023).

Según la empresa Terpine Tech (2020), El público cada vez demanda más repelentes, insecticidas y productos para mascotas seguros y eficaces aún cuando varias poblaciones de insectos, especialmente los mosquitos y las chinches, han desarrollado resistencia a los insecticidas químicos y sintéticos haciendo de esto una tarea cada vez más complicada.

Actualmente, las mascotas son consideradas miembros importantes de la familia, y su presencia en los hogares mexicanos ha aumentado de manera exponencial, lo que hace que esta problemática sea aún más urgente de abordar.

PARÁSITOS EN PERROS

En los últimos años, el cambio climático ha sido uno de los factores que contribuyen al aumento de la presencia de parásitos externos en los hogares. Se estima que entre el 70% y el 80% de los perros, tanto de casa como callejeros, presentan infestación de estos parásitos. Dichos parásitos requieren temperaturas que oscilan entre los 20 y 35°C, con una humedad relativa de 35-95%, condiciones presentes en regiones como Baja California Sur, Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Nayarit, Veracruz, Villahermosa, Campeche, Chiapas, Yucatán, Quintana Roo, Hidalgo y la Ciudad de México (El Mexicano, 2020).

Existen aproximadamente 2,400 especies de pulgas, pero solo seis afectan a los animales domésticos, especialmente a los utilizados como mascotas. La especie predominante en los hogares es *Ctenocephalides felis* (pulga del gato), que infesta perros, gatos y al ser humano. En los perros, las pulgas más relevantes son *Ctenocephalides felis* y *Ctenocephalides canis*. Es importante señalar que, en muchos países, más del 90% de los perros presentan infestación de la pulga del gato, mientras que menos del 10% están infestados por la pulga del perro. La pulga más común en las mascotas, tanto en perros como en gatos, es *Ctenocephalides felis*. Aunque puede encontrarse durante todo el año, es en primavera cuando se observa un pico en sus poblaciones, lo que representa la base de las infestaciones del verano, alcanzando la mayor abundancia de estos parásitos en otoño (García, 2010).

ENFERMEDADES CAUSADAS POR PULGAS

Entre las enfermedades más relevantes de los animales de compañía que pueden transmitirse a través de las pulgas, se destacan dos mundialmente conocidas, relacionadas con parásitos: una intestinal, *Dipylidium caninum*,

y la otra sanguínea, *Haemobartonella felis*, causante de la anemia infecciosa felina. También se encuentran el tifus murino (*Rickettsia mooseri*) y la dermatitis alérgica por picaduras de pulgas. *Dipylidium caninum* puede ocasionar en los perros pérdida de peso, diarrea, malestar general, adelgazamiento y, en casos graves, anemia. Asimismo, las pulgas pueden causar en las mascotas dermatitis alérgica por picadura de pulga (DAPP). Normalmente, la picadura de la pulga provoca irritación, molestias y picazón, pero si la mascota es alérgica a los componentes de la saliva de la pulga, se desarrolla la DAPP. Los síntomas comunes incluyen picazón generalizada, pérdida de pelo en la parte posterior del cuerpo debido al rascado, oscurecimiento de la piel en esa zona con engrosamiento, pérdida de elasticidad y malestar general. Los gatos, debido al picor, pueden autolesionarse con sus uñas, provocándose heridas significativas. (García, 2010)

FIPRONIL EN ECTOPARASITICIDAS

El fipronil es un insecticida de la clase de los fenilpirazoles y un ingrediente activo en productos de Frontline, Certift y Parastar Plus. Estos productos se usan comúnmente en perros y gatos para matar pulgas y todas las etapas de garrapatas que pueden transmitir la enfermedad de Lyme, y los ácaros. La mayoría de las veces, los casos de envenenamiento por fipronil ocurren en perros y gatos debido a la ingestión accidental o lamido del producto que contiene fipronil. El fipronil provoca neurotoxicidad en mamíferos produciendo hiperexcitabilidad del sistema nervioso central. La sobredosis debida a la ingestión accidental suele provocar una toxicosis grave. No existe un antídoto específico para la toxicidad del fipronil. El fabricante advierte que el producto puede ser perjudicial para animales debilitados, envejecidos, preñados o lactantes y también afirma que el fipronil no debe usarse en gatitos de menos de 12 semanas de edad y en cachorros de menos de 10 semanas de edad. (Gupta, 2018)

Este insecticida también presenta preocupaciones ambientales. Un estudio llevado a cabo en Inglaterra por Romero Perkins (2021) reveló que los insecticidas que se usan en gatos y perros domésticos para combatir las pulgas son un veneno para los ríos y puede que el fipronil y sus metabolitos lleguen a ellos por medio de los desagües domésticos.

A partir de la investigación sobre los problemas ocasionados por los ectoparásitos del tipo *Ctenocephalides felis* en perros y gatos, así como las consecuencias en el medio ambiente que tiene el fipronil usado para combatirlos surge la necesidad de buscar alternativas naturales y seguras.

HIPÓTESIS

Se plantea que los aceites esenciales de lavanda (*Lavandula angustifolia*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y geranio (*Pelargonium graveolens*) poseen propiedades repelentes e insecticidas sobre las pulgas del tipo *Ctenocephalides felis*, similares a las de las ampollitas antipulgas para perros cuyo ingrediente activo es el fipronil.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Comparar los efectos repelentes e insecticidas *in vitro* de los aceites esenciales de lavanda, romero y geranio en pulgas de la especie *Ctenocephalides felis* con los de las ampollitas antipulgas para perro cuyo ingrediente activo es el fipronil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar el tipo de pulga que afecta a los perros usados durante este experimento.
- Determinar qué aceite esencial provoca mayor mortalidad sobre las pulgas.

MARCO TEÓRICO

METODOLOGÍAS ANTERIORES EN EL HOGAR

La afirmación: “La limpieza y el saneamiento básico son las bases de un buen programa de manejo de plagas” sigue siendo válida hoy en día. Como ocurre con la mayoría de los problemas de plagas, el saneamiento es un componente crítico del control, un punto que se repite inevitablemente en todas las recomendaciones para el control de pulgas. Bishopp (1915) señaló que se debía disuadir de la zona a huéspedes alternativos para evitar que sirvieran como fuente de infestación. Añadió que las infestaciones en el hogar se pueden prevenir eliminando animales de compañía, quitando alfombras, fregando minuciosamente los pisos con agua y jabón y luego aplicando gasolina a los pisos, “teniendo cuidado de evitar incendios durante el procedimiento”. La logística de las fumigaciones se vuelve desalentadora cuando uno se da cuenta de que, según las instrucciones dadas la estructura tendría que ser desalojada para al menos 12 horas, y que el gas corrosivo podría causar daños a objetos metálicos. Este mismo autor describió el uso de naftaleno para uso en animales, pulverizando bolas de naftalina y aplicando el polvo en el pelaje del animal. Desafortunadamente, el tratamiento “enfermó levemente a los gatos durante dos días”, lo que lo convierte en una opción poco atractiva. También defendió la necesidad de lavar a la mascota, sugiriendo el uso de “una solución comparativamente débil de creosota saponificada o emulsión de queroseno”.

Actualmente los productos antipulgas usan una amplia variedad de ingredientes activos, como insecticidas, inhibidores del crecimiento de insectos y repelentes. Los más comunes son los insecticidas de acción rápida se caracterizan por su capacidad para eliminar insectos en un corto período de tiempo, general-

mente a las pocas horas de su aplicación. Su efectividad se debe a que actúan sobre el sistema nervioso o muscular de los insectos, causando su parálisis y muerte. (SIGMA AGRO, 2025). Estos productos vienen en diversas formas, como collares, pipetas, comprimidos y aerosoles. Es importante destacar que la eficacia y seguridad de los productos antipulgas varían según el ingrediente activo y la marca, por lo que siempre se recomienda consultar a un veterinario antes de usar cualquier producto en las mascotas.

Uno de los insecticidas populares es el fipronil en spot on. Después de la aplicación dérmica, el fipronil se extiende y queda secuestrado en los lípidos de la piel y los folículos pilosos y continúa liberándose sobre la piel y el pelo, lo que da lugar a una actividad residual frente a pulgas y garrapatas durante 1 mes. Uno de los fotometabolitos del fipronil es el fipronil desulfinil, que es más tóxico que el compuesto original. El fipronil y sus principales metabolitos se depositan en la grasa y los tejidos grasos. La excreción del fipronil y sus metabolitos se produce a través de las heces y la orina y pueden producir efectos tóxicos en el hígado, el riñón y otros órganos vitales al desregular la bioenergética mitocondrial (inhibiendo la cadena respiratoria mitocondrial) y la homeostasis del calcio, el estrés oxidativo y el nitrosativo, así como por el daño al ADN y las proteínas. La muerte celular se produce por apoptosis o autofagia. (Gupta, 2022).

TIPOLOGÍA DE LOS PARÁSITOS

Hay 2,200 especies de pulgas reconocidas en todo el mundo. En América del Norte, solo unas pocas especies infestan comúnmente perros y gatos: *Ctenocephalides felis* (la pulga del gato), *Ctenocephalides canis* (la pulga del perro), *Pulex simulans* (una pulga de pequeños mamíferos), y *Echidnophaga gallinacea* (la pulga hermética de aves de corral). Sin embargo la pulga más frecuente en perros y

gatos es *C. felis*. Las pulgas de gato causan irritación severa en animales y personas y son responsables de la dermatitis alérgica por pulgas. También sirven como vector de rickettsias similares a tifus y bartonellaspp y son el huésped intermedio para parásitos filaridos y cestodos. Se ha encontrado que las pulgas de gato infestan 50 diferentes huéspedes de mamíferos y aves en todo el mundo. En América del Norte, los huéspedes más afectados son los cánidos domésticos y salvajes, los felinos domésticos y salvajes, los mapaches, las zari güeyas, los hurones y los conejos domésticos

Las pulgas de gato (*Ctenocephalides felis*), depositan sus huevos color blanco perlado en la capa para el cabello de su huésped, se caen fácilmente y caen sobre la ropa de cama, la alfombra o el suelo, donde la eclosión ocurre en 1 a 6 días dando lugar a las larvas. Las larvas de pulgas recién nacidas son de 1 – 5 mm de largo, delgadas, blancas, segmentadas y escasamente cubiertas de pelos cortos. El desarrollo de la pulga ocurre en exteriores solo cuando el suelo está sombreado y húmedo y donde el animal infestado de pulgas pasa una cantidad considerable de tiempo, permitiendo que las heces de pulgas adultas se depositen en el ambiente larval. Los sitios típicos incluyen debajo y al lado de cubiertas, porches, casetas de perro y arbustos. dependiendo de las condiciones climáticas y la disponibilidad de alimentos. (ver ilustración 1 y 2)



Ilustración 1: Larva (Dryden, 2022)



Ilustración 2: *Ctenocephalides felis* huevos (Dryden, 2022)

Una vez iniciada la reproducción generalmente no abandonan su huésped a menos que se vean obligados por el aseo o los insecticidas. Dependiendo de la temperatura y la humedad, el ciclo de vida completo de la pulga del gato se puede completar en tan solo 12 – 14 días o se puede prolongar hasta 350 días. Sin embargo, en condiciones típicas del hogar con actividad normal de mascotas y humanos, las pulgas de gatos completan su ciclo de vida en 3 – 8 semanas. Los adultos comienzan a alimentarse casi de inmediato una vez que encuentran un huésped. Las pulgas de gato hembra pueden consumir sangre 15 veces su peso corporal. Después la sangre excretada se seca en minutos en gránulos fecales negros rojizos o bobinas tubulares largas (suciedad de la pulga). Las pulgas se aparean después de la alimentación, y la producción de huevos comienza dentro de las 24 – 48 horas de que las hembras toman su primera harina de sangre. Las pulgas de gato hembra pueden producir hasta 40 – 50 huevos / día durante la producción máxima de huevos, con un promedio de 27 huevos / día a 50 días. Las hembras individuales pueden continuar produciendo huevos durante > 100 días. (Ver ilustración 3 y 4)



Ilustración 3. *Ctenocephalides felis*, masculino.
(Dryden, 2022)



Ilustración 4 *Ctenocephalides felis*, femenina.
(Dryden, 2022)

Las pulgas pueden causar deficiencia de hierro y anemia en huéspedes muy infestados, particularmente animales jóvenes, también están involucradas en la transmisión de enfermedades como el Tifus murino, causado por *Rickettsia typhi* y *Rickettsia felis* y sirven como el huésped intermedio de lo subcutáneo no patógeno nematodo filarido de perros, *Dipetalonema reconditum*. *Dipylidium caninum*. (Dryden, 2022).

MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN LA VETERINARIA

Existen varios aceites esenciales que se destacan por sus propiedades antiparasitarias y su seguridad en el uso con mascotas como la Lavanda que es reconocida por su efecto calmante y antimicrobiano, y el Romero que es un excelente repelente de insectos naturales, con propiedades antiinflamatorias y refrescantes. (Marben Pets, 2024). Por otro lado, el geranio contiene geraniol que es un monoterpenoide

(componentes de las esencias volátiles de las flores y como parte de los aceites esenciales de hierbas y especias) y un alcohol, y compone una gran parte de los aceites esenciales de las citronelas y de las rosas. Se encuentra en la naturaleza, en muy pequeñas cantidades, en plantas como los geranios o en frutas como el limón. (ZOTAL, 2017)

ROMERO:

Descripción: El romero es un arbusto aromático, leñoso, de hoja perenne, muy ramificado y ocasionalmente achaparrado y que puede llegar a medir hasta 2 m de altura. Los tallos jóvenes están cubiertos de borra (que desaparece al crecer), a medida que envejecen se vuelven de color rojizo y con la corteza resquebrajada. Las hojas, pequeñas y muy abundantes, presentan forma lineal. Son opuestas, sésiles, enteras, con los bordes hacia abajo y de un color verde oscuro, mientras que por el envés presentan un color blanquecino y están cubiertas de vellosidad. En la zona de unión de la hoja con el tallo nacen los ramilletes floríferos. Las flores son de unos 5 mm de largo. Tienen la corola bilabiada de una sola pieza. El color es azul violeta pálido, rosa o blanco, con cáliz verde o algo rojizo, también bilabiado y acampanado. Son flores axilares, muy aromáticas y melíferas. (Morales, 1986)



Ilustración 5. Romero (Remont, 2020)

GERANIO:

Descripción: Las hojas del geranio tienen son simples, con morfologías variable, hay ejemplares con formas palmeadas, lobuladas o disectas, poseen pecíolo y algunas también estípulas o estructuras laminares protectoras que pueden presentarse libres o soldadas al pecíolo.

Las hojas de las especies del género *Geranium* son de textura papirácea (similar al papel), con una disposición también variable, es común observar las láminas basales en roseta, mientras que las caulinares se encuentran alternas u opuestas en las ramas. (Espinoza, 2025)

Se han realizado un gran número de pruebas y se ha demostrado su eficacia contra varias especies de mosquitos, polillas, pulgas de perros y gatos, piojos y garrapatas, así como ácaros rojos de las aves de corral. El geraniol se ha comercializado y empleado como ingrediente activo en velas, polímeros impregnados, difusores, aerosoles, espráis corporales y geles de ducha. Se cree que cuando el geraniol y otros monoterpenos se utilizan en dosis subletales, alteran los receptores de los insectos y el perfil de olor del huésped, por lo que los repele. (Terpene Tech, 2020)

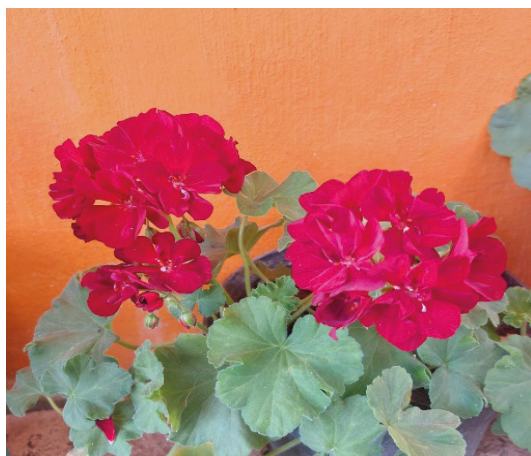


Ilustración 6. Geranio (autoría propia)

LAVANDA:

Descripción: La lavanda, también llamada lavándula, es un género vegetal. Está formado por plantas labiadas: es decir, que presentan una corola dividida en dos labios o sectores, además de un cáliz persistente y hojas opuestas. (Porto, 2019)



Ilustración 7. Lavanda (autoría propia)

PROCESO METODOLÓGICO DEL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

1. Identificación del Problema: La prevención de pulgas o la eliminación de ellas en las mascotas es importante, pero los productos que reciban las mascotas no tendrían que ser dañinos, lamentablemente, la industria animal tiene mucha menos regulación que los productos para consumo humano, y los tratamientos antipulgas químicos no son seguros para la salud a largo plazo de las mascotas. Los dueños tienen que tomar más consciencia del tipo de productos que consumen sus mascotas y de los productos que les aplican en la piel, el órgano más grande del cuerpo. Los antipulgas tradicionales como los collares y sprays antipulgas contienen organofosforados, neonicoti-

noides , espinosinas, fenilpirazoles etc. Este último es un adulticida y larvicida de contacto e ingestión de amplio espectro muy popular, no sistémico. Se emplea sobre todo en pipetas (spot-ons) y sprays. Son también muy eficaces contra las garrapatas. Se introdujeron entre 1990-2005. (Junquera, 2021). La mayoría de los casos de intoxicación por fipronil se dan en perros y gatos debido a lamer el producto u otra ingestión accidental y puede ser bastante tóxico para los conejos. En humanos, la intoxicación por fipronil se debe principalmente a un accidente o intento de suicidio. Los animales intoxicados muestran signos de neurotoxicidad (convulsiones, espasmos, temblores, ataxia, rigidez de las extremidades, hiperactividad o hipoactividad, vocalización, agresividad y respuesta neurológica anómala). (Gupta, 2022)

2. Revisión Bibliográfica y Estudio Previo: Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre repelentes naturales, analizando las plantas mencionadas y sus compuestos activos, así como el estudio de la especie de pulga a tratar.

3. Definición del tipo de investigación: La investigación aplicada fue experimental-comparativa, con un enfoque cuantitativo.

4. Recolección de materia prima: La recolección de las plantas se realizó de manera directa en el domicilio de la Sra. Natalia Kato. Las plantas fueron colocadas en recipientes separados para su posterior desinfección. Para la desinfección de las plantas se usó una solución de agua con cloro al 5%, cada planta se sumergió en su propia solución durante 5 minutos.

5. Extracción de los aceites esenciales: Para la extracción de los aceites fue usada la técnica de extracción por medio de

arrastre a vapor, en donde se utilizó un kit de extracción propiedad del Instituto Tecnológico de Comitán. Cada planta fue deshojada y de manera individual se fueron colocando en el instrumento, como resultado se obtuvieron 6 ml de aceite de romero, 4 ml de geranio y 5 ml de lavanda.

6. Diseño del experimento: Se usaron los aceites esenciales puros de lavanda, geranio y romero de manera individual, se tuvo un testigo negativo (agua destilada) y un testigo positivo (fipronil).

7. Identificación del parásito: Se colectaron 55 pulgas mediante la técnica de peine fino utilizada por el autor Aguilar Zapata Jordi Pau. Los especímenes fueron identificados como *Ctenocephalides felis* (pulga de gato), la pulga más común en América del norte. La identificación se realizó con ayuda de un microscopio observando las características morfológicas de la cabeza y antenas.

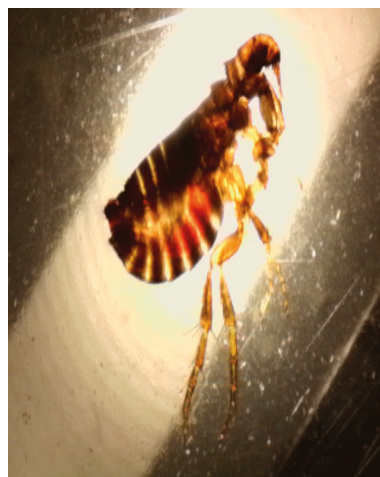


Ilustración 8. *Ctenocephalides felis*, encontrada en el experimento e identificada en laboratorio. (autoría propia)

8. Formato de evaluación: Para tener un mejor control y aspectos claros para evaluar, se elaboró un formato usado durante el experimento.

GRUPO	1 HORA			6 HORAS			24 HORAS			48 HORAS		
	Movilidad 1= Normal 2=Media 3=Ninguna	Reacción 1= Ninguna 2= Activa 3= Muy activa 4= Aturdida 5= Huida 6=Ninguna	Mortalidad Cada pulga representa un 20%	Movilidad 1= Normal 2=Media 3=Ninguna	Reacción 1= Ninguna 2= Activa 3= Muy activa 4= Aturdida 5= Huida 6=Ninguna	Mortalidad Cada pulga representa un 20%	Movilidad 1= Normal 2=Media 3=Ninguna	Reacción 1= Ninguna 2= Activa 3= Muy activa 4= Aturdida 5= Huida 6=Ninguna	Mortalidad Cada pulga representa un 20%	Movilidad 1= Normal 2=Media 3=Ninguna	Reacción 1= Indiferente 2= Activa 3= Muy activa 4= Aturdida 5= Huida 6=Ninguna	Mortalidad Cada pulga representa un 20%
Romero 1												
Romero 2												
Romero 3												
TOTAL												
Lavanda 1												
Lavanda 2												
Lavanda 3												
TOTAL												
Geranio 1												
Geranio 2												
Geranio 3												
TOTAL												
Testigo + (Fipronil)												
Testigo - (Agua destilada)												

Ilustración 9. Formato de evaluación utilizado para el experimento. (autoría propia)

9. Proceso Experimental: Se prepararon tres probetas por cada aceite esencial y una para cada testigo evaluado, dando un total de 11 probetas (3 de lavanda, 3 de geranio, 3 de romero, 1 de fipronil y 1 de agua destilada). Por cada probeta se usaron 5 pulgas. Las pulgas fueron colocadas en cajas Petri a las que se les había colocado una gota de aceite esencial en el centro, agua destilada o fipronil según fuera el caso y posteriormente se sellaron con cinta adhesiva. Se evaluaron los efectos repelentes e insecticidas de cada elemento a lo largo de cuatro períodos temporales: 1 hora, 6 horas, 24 horas y 48 horas. Durante cada intervalo, se observó la respuesta de las pulgas para determinar la eficacia de los aceites en cuestión.

10. Evaluación de Resultados y Análisis de Datos: Los datos fueron recolectados mediante observación directa a lo largo de los períodos establecidos. Al concluir el experimento, se calcularon los promedios de los resultados obtenidos en cada intervalo de tiempo y se realizaron aná-

lisis comparativos entre los aceites esenciales para determinar cuál mostró una mayor eficacia en sus propiedades repelentes e insecticidas.

11. Futuras Líneas De Investigación: De acuerdo a los resultados con las pulgas se planea realizar un segundo experimento con la pulga de perro (*Ctenocephalides canis*) y un tercer experimento probando diferentes concentraciones de los aceites sobre la pulga de gato y de perro.

RESULTADOS

La tasa de mortalidad del aceite de romero se incrementó con el paso del tiempo hasta alcanzar el 100% de mortalidad después dos días. El aceite de lavanda obtuvo el 86.66% de mortalidad mientras que el geranio solo obtuvo un efecto repelente durante los dos días de experimentación. El fipronil obtuvo el 100% de mortalidad desde el primer día y el agua destilada no afectó a las pulgas.

OBSERVACIONES EN LA PRIMERA HORA:

1. Aceite de romero: Las pulgas parecían afectadas, con movimientos más lentos y signos de aturdimiento.
2. Aceite de lavanda: Las pulgas muestran menor actividad, pero muchas siguen moviéndose con normalidad.
3. Aceite de geranio: Las pulgas no sufrieron ningún cambio en su comportamiento o movilidad.
4. Fipronil (testigo positivo): Al principio las pulgas se alejaron lo más posible del centro de la caja Petri y al pasar la hora el 60% de las pulgas estaban muertas. Se observó parálisis progresiva en las restantes y falta de coordinación.
5. Agua destilada (testigo negativo): 100% de las pulgas están activas y sin cambios en comportamiento.

OBSERVACIONES A LAS 6 HORAS:

1. Aceite de romero: Las pulgas comenzaron a huir del centro de la caja Petri en donde estaba colocada la gota de aceite de romero. Se logró un 60% de mortalidad y las pulgas restantes tienen menor movimiento.
2. Aceite de lavanda: Las pulgas tienen una movilidad media pero aún están bastante activas y sin cambios que la afecten.
3. Aceite de geranio: Ninguna pulga muerta, todas están activas y normales.
4. Fipronil: 100% de las pulgas están muertas.
6. Agua destilada: El 100% de las pulgas están activas y sin cambios en comportamiento.

RESULTADOS A LAS 24 HORAS:

1. Aceite de romero: Se observa entre un 60% y un 80% de mortalidad, las pulgas restantes no tienen movimientos normales ni continuos, solo presentan espasmos momentáneos.
2. Aceite de lavanda: Se presenta una mortalidad de entre un 40% y un 60% en las pulgas y las restantes se muestran aturdidas y con una movilidad media.
3. Aceite de geranio: Las pulgas siguen bastante normales aunque su movilidad es media y comienzan a estar aturdidas.
4. Fipronil: 100% de mortalidad.
5. Agua destilada: Sin cambios, todas las pulgas siguen vivas.

RESULTADOS A LAS 48 HORAS:

1. Aceite de romero: Se logró una mortalidad del 100%, las pulgas ya no se mueven y no presentan ninguna reacción.
2. Aceite de lavanda: Se logró entre un 80% y un 100% de mortalidad, el único espécimen sobreviviente tiene movimiento de manera aislada.
3. Aceite de geranio: Solo se logró un 20% de mortalidad, las pulgas se reactivan por momentos y muestran signos de aturdimiento sin cambiar su movilidad ya que sigue siendo media.
4. Fipronil: 100% de mortalidad confirmada.
5. Agua destilada: Sin cambios, todas las pulgas siguen vivas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este experimento indican que los aceites esenciales de romero, lavanda y geranio tienen propiedades repelentes e insecticidas sobre *Ctenocephalides felis* (pulga de gato), aunque con variabilidad en su eficacia según el tipo de aceite y el tiempo de exposición.

El aceite esencial de romero demostró ser el más eficaz, logrando un 100% de mortalidad en las pulgas a las 48 horas. Este efecto insecticida progresivo, que se observó en el comportamiento de las pulgas desde la primera hora, sugiere que los compuestos activos del romero afectan directamente a las pulgas, posiblemente alterando su sistema nervioso y motricidad.

El aceite esencial de lavanda mostró también un buen efecto, alcanzando una mortalidad entre el 80% y el 100% a las 48 horas, aunque su acción fue más lenta y con un comienzo menos evidente que la del romero. Aunque las pulgas no mostraron un impacto tan inmediato como con el aceite de romero, la mortalidad alta al final del experimento sugiere que este aceite tiene propiedades repelentes e insecticidas, aunque con un ritmo de acción más prolongado.

En contraste, el aceite de geranio presentó una eficacia mucho menor, alcanzando solo un 20% de mortalidad a las 48 horas. Las pulgas continuaron con una movilidad relativa-

mente normal durante gran parte del experimento, lo que sugiere que este aceite tiene más propiedades repelentes que insecticidas. Esto indica que el aceite de geranio podría ser útil para prevenir infestaciones de pulgas, pero no como un tratamiento eficaz para eliminar infestaciones establecidas.

El fipronil, utilizado como control positivo, fue altamente efectivo, alcanzando el 100% de mortalidad en las primeras horas, lo que resalta su eficacia como insecticida. Sin embargo, esta alta eficacia debe ser evaluada con precaución debido a los posibles efectos adversos para la salud de las mascotas y las personas, como se discutió al inicio del estudio.

Finalmente, el agua destilada no mostró ningún efecto en las pulgas, lo que confirma que los aceites esenciales tienen un impacto real sobre el comportamiento y la mortalidad de estos ectoparásitos.

En conclusión, los aceites esenciales de romero y lavanda podrían considerarse opciones viables como tratamientos naturales para el control de pulgas, especialmente en aquellos contextos donde los pesticidas tradicionales representan un riesgo para la salud. No obstante, es necesario realizar más estudios, especialmente con diferentes concentraciones de aceites y en diversas especies de ectoparásitos, para evaluar de manera más exhaustiva la seguridad y eficacia de estos aceites en el control de pulgas en animales domésticos.

REFERENCIAS

1. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016, 6 mayo). "Resumen de Salud Pública: Piretrinas y piretroides (Pyrethrins and Pyrethroids) | PHS | ATSDR". https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs155.html
2. Aguilar Zapata, J. P. (2024, 8 agosto). "Evaluación de la eficacia in vitro del aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) como control natural de pulgas en caninos domésticos (*Canis lupus familiaris*)". Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/42781>
3. Bishopp F.C. (1926, marzo). "Pulgas y su Control". Washington, D.C. : Government Printing Office. Fleas and their control : Bishopp, F. C. : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive

4. Bonmartin J.M, (2014, agosto 7). “Destino y exposición al medio ambiente; Neonicotinoides y fipronil”. 22, Pág. 35–67. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3332-7>
5. Bióloga, G. E. (2021, 29 diciembre). *Geranio (Geranium), características y tipos. Cultivo*. Naturaleza y Ecología. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/geranio-geranium>
6. Dryden Michel W. (2021, abril). “Pulgas en perros y gatos”. Manual of Veterinary Medicine. <https://www.msdsvetmanual.com/es/sistema-integumentario/pulgas-y-dermatitis-al%C3%A9rgica-por-pulgas/pulgas-en-perros-y-gatos>
7. El Mexicano (8 de junio de 2020). “Pulgas y garrapatas afectan a más de 70% de perros y gatos en el verano”. *Pulgas y garrapatas afectan a más de 70% de perros y gatos en el verano*
8. Espinoza.G. (2025). “Geranio (Geranium), características y tipos. Cultivo”. Animales Biología. Geranio (Geranium), características y tipos. Cultivo - Naturaleza y ecología
9. ESCCAP (European Scientific Counsel Companion Animal Parasites), (abril de 2016).”*Serie de guías modulares: GUÍA 3. Control de ectoparásitos en perros y gatos*”. *MG3.pdf*
10. Freitas, J. P.(2021,10 de diciembre). “Eficacia y efecto residual del aceite esencial de *Illicium verum* (anís estrellado) y *Pelargonium graveolens* (geranio rosa) sobre las pulgas de gato *Ctenocephalides felis*”. *Vet*;30(4): E009321, 2021. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612021088>
11. Gil, J. F. (2013). “Efectos garrapaticidas de algunos aceites esenciales”. Ediciones de la Universidad de Magallanes. <http://hdl.handle.net/10532/2356>
12. Gómez Beltrán D.A.(6 de junio de 2022). “Impacto ecológico del insecticida fipronil: valoración de riesgos en humanos”. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 70 (1):65-84. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.100631>
13. García Marrero L. (6 de junio de 2010). “Caracterización y control de especies de pulgas de importancia veterinaria para la salud animal y pública *Characterization and control of flea veterinary importance to animal and human health*”: REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 11, núm. 6, junio, 2010, pp. 1-18. Redalyc. Caracterización y control de especies de pulgas de importancia veterinaria para la salud animal y pública
14. Gupta C.R. (2018). “*Toxicología Veterinaria*”. *Prensa Académica*. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-01687-X>
15. Huamán Dávila, A. M., & Jara, C. A. (2018). “*Ectoparásitos de Canis familiaris: prevalencia de infestación en dos zonas de Trujillo, Perú*”. 2015. *REBIOL*, 37(1), 19 - 24. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/2003>
16. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021, 14 de diciembre). “*Resultados De La Primera Encuesta Nacional De Bienestar Autorreportado (ENBIARE) 2021: Eventos, Vida y Entorno*”. (772/21). *ENBIARE_2021.pdf*
17. Morales V. R (1986). “*Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*”: Real Jardín Botánico y Consejo Superior de Investigaciones Científicas. p. 327. *FL_Iber12.pdf*
18. Marben Pets, (6 de noviembre de 2024), “*Uso de Aceites Esenciales en Tratamientos Antiparasitarios para Perros*”. <https://marbenpets.cl/uso-de-aceites-esenciales-en-tratamientos-antiparasitarios-para-perros/>
19. Pucheu Haston C. (2017, 14 abril). “*The Flea-Infested Pet: Overview of Current Products*”. *Today's Veterinary Practice*. <https://todaysveterinarypractice.com/parasitology/practical-parasitologythe-flea-infested-pet-overview-current-products/>
20. Porto P.J. (28 de agosto de 2019). “*Lavanda - Qué es, definición y concepto*”. Definición. De. <https://definicion.de/lavanda/>
21. PARASITIPEDIA, (24 de junio de 2021). “*Linalool, Insecticida Natural Vegetal. Uso Veterinario En Perros, Gatos Y Ganado*”. https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=405%3Alinalool&Itemid=122

22. Perkins Rosemary, (10 de febrero de 2021), “*Papel potencial de los productos veterinarios antipulgas en la contaminación generalizada por plaguicidas de los ríos ingleses*”. Ciencia del Medio Ambiente Total, Volumen 755, Parte 1. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143560>

23. Remont. (10 de abril de 2020). “Primer plano de Rosmarinus officinalis en flor en un jardín de los Vosgos”. Salvia_rosmarinus_ (10-04-2020),_vue_rapprochée.jpg (3024×4032)

24. Sagarra A. A . (2013, julio 31). “*Enfermedades transmitidas por pulgas: Una mirada a las infecciones asociadas y sus repercusiones*”. Ocronos. 2023;6(8) 376. Enfermedades transmitidas por pulgas: Una mirada a las infecciones asociadas y sus repercusiones - Ocronos - Editorial Científico-Técnica

25. SIGMA AGRO, (2024). “*Insecticidas de acción rápida: Control inmediato de plagas*”. Insecticidas de Acción Rápida | Actualizado 2024 — sigma360

26. ZOTAL LABORATORIOS, (17 de agosto de 2017). “*Qué es el geraniol y para qué se usa*”. Qué es el geraniol y para qué se usa | Zotal

LISTA DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1:** Larvas. (Dryden, 2022)
- Ilustración 2:** Ctenocephalides felis huevos, (Dryden, 2022)
- Ilustración 3** Ctenocephalides felis, masculino. (Dryden, 2022)
- Ilustración 4** Ctenocephalides felis, femenina. (Dryden, 2022)
- Ilustración 5.** Romero.(Remont, 2020)
- Ilustración 6.** Lavanda.(autoría propia)
- Ilustración 7.** Geranio.(autoría propia)
- Ilustración 8.** Ctenocephalides felis, encontrada en el experimento e identificada en laboratorio. (autoría propia)
- Ilustración 9.** Formato de evaluación utilizado para el experimento. (autoría propia)