

Camacho, Ana Camila

Peretin, María Sofia

Desarrollo de formulaciones para la infestación por piojos a base de permetrina y productos vegetales

**Tesis para la obtención del título de
grado de Farmacéutico**

Director: Carreras, Alejandro

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



[Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.](#)

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias de la Salud



**DESARROLLO DE FORMULACIONES PARA LA
INFESTACIÓN POR PIOJOS A BASE DE PERMETRINA Y
PRODUCTOS VEGETALES**

**Trabajo Final de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica
de Córdoba conforme a los requisitos para obtener el título de Farmacéutica**

por

Ana Camila Camacho y María Sofia Peretin

Director del Trabajo Final

Mag. Alejandro Carreras

Codirectora

Dra. Ana María Vazquez

2025

DEDICATORIA

Por parte de Camacho, Ana Camila:

“A mis padres, Carla y Sergio por ser los primeros que me apoyaron e incentivaron a estudiar esta carrera, gracias por priorizar mi educación, mi futuro y mi crecimiento personal, por confiar y creer en mí, gracias por su sacrificio y su apoyo incondicional todos estos años, gracias por enseñarme a perseverar y no bajar los brazos, no hubiese sido posible este logro sin ustedes que son un pilar fundamental.

A mi pareja, Rodolfo, que me acompañó todos estos años, gracias por su paciencia, por sus consejos, por motivarme constantemente, por ser un ejemplo de fuerza y constancia, gracias por acompañarme días y noches de estudio.

A mi hija Delfina que me dio las fuerzas y las ganas de superarme día a día.

A mis hermanos, Matías y Federico que siempre estuvieron en todo momento para mí.

A mis compañeras, Sofía, Gina, Lourdes, Camila y Perla, sin ellas esto hubiese sido un doble esfuerzo, gracias por su amistad, su complicidad, y por convertirse en más que compañeras y colegas”.

Por parte de, Sofía:

A mis padres, Miriam y José por darme la oportunidad de seguir formándome y creciendo en todos los aspectos de mi vida.

A mis hermanas, Aldana y Paula, por ser un pilar fundamental y apoyarme siempre.

A mis amigas, compañeras de la facultad y ahora colegas, Camila, Gina, Lourdes y Perla por su amistad, compañerismo y por darme la fuerza de voluntad para finalizar la carrera. De lo más lindo que me llevo en mi etapa facultativa.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director Mag. Alejandro Carreras y nuestra codirectora la Dra. Ana María Vázquez, por aceptar la dirección de este trabajo final y decidir acompañarnos en esta última etapa, gracias por su tiempo, gracias por su experiencia, por su dedicación, y por brindarnos los conocimientos y herramientas necesarias para poder realizar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	14
1.2 Infestación por piojos	15
1.2.1 Generalidades	15
1.2.2 Ciclo de vida de <i>Pediculus humanus capitis</i>.....	16
1.2.3 Multiplicación y contagio de <i>Pediculus Humanus Capitis</i>	17
1.2.4 Diagnóstico y síntomas de la infestación por piojos	18
1.2.5 Tratamiento de la infestación por piojos	18
2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	30
2.1 Objetivo general	30
2.2 Objetivos específicos	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1 Método de elaboración de las formulaciones	31
3.1.1 Champú	31
3.1.2 Loción 1	31
3.1.3 Loción 2	32
3.2 Medición de parámetros de las formulaciones a tiempo cero, tres y seis meses.....	32
3.2.1 pH	32
3.2.2 Densidad	32
3.2.3 Caracteres organolépticos	32
3.3 Material de laboratorio	33
3.4 Excipientes utilizados en las formulaciones	33
3.4.1 Champú	33
3.4.2 Lociones	33

3.5 Principios activos utilizados en las formulaciones	34
3.5.1 Principios activos naturales	34
3.5.2 Principio activo sintético	35
3.6 Acondicionamiento del producto cosmético	35
3.6.1 Packaging	35
3.6.2 Rótulo	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Formulación de champú perlado	43
4.1.2 Estabilidad	44
4.2 Formulación de la loción 1	46
4.2.1 Estabilidad	48
4.3 Formulación de la loción 2	50
4.3.1 Estabilidad	51
4.4 Discusión	53
Las formulaciones obtenidas mostraron características organolépticas deseadas y resultados estables en el periodo de tiempo estudiado.	53
El champú con permetrina y aceite esencial de <i>Lavándula angustifolia</i> presentó características organolépticas adecuadas y un pH óptimo para el uso en el cuero cabelludo.	53
5. CONCLUSIÓN	54
6. BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AL: Aldehído.

ANMAT: Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.

G: Gramos.

INCI: Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos.

ML: Mililitros.

MM: Milímetros.

PET: Tereftalato de Polietileno.

°C: Grados centígrados.

UCC: Universidad Católica de Córdoba.

UV: Ultravioleta.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Piojos de la cabeza
- Figura 2.** Ciclo de vida de *Pediculus humanus capitis*
- Figura 3.** Peine metálico para piojos
- Figura 4.** Estructura química de la permetrina
- Figura 5.** Aceite de árbol de te
- Figura 6.** *Lavandula angustifolia*
- Figura 7.** *Quassia amara*
- Figura 8.** Estructura química de la dimeticona
- Figura 9.** Aceite esencial de Lavanda
- Figura 10.** Aceite esencial de Árbol de te
- Figura 11.** Tintura de *Quassia amara*
- Figura 12.** Permetrina concentrada
- Figura 13.** Empaque primario de los productos
- Figura 14.** Empaque secundario
- Figura 15.** Rotulado obligatorio general
- Figura 16.** Rótulo anverso del champú
- Figura 17.** Rótulo reverso del champú
- Figura 18.** Rótulo anverso de la loción 1
- Figura 19.** Rótulo reverso de loción 1
- Figura 20.** Rótulo anverso de loción 2
- Figura 21.** Rótulo reverso de loción 2
- Figura 22.** Rótulo anverso del envase secundario
- Figura 23.** Rótulo reverso del envase secundario
- Figura 24.** Formulación final del champú
- Figura 25.** pH obtenido del champú

Figura 26. Prueba 1 de loción 1

Figura 27. Formulación final de loción 1

Figura 28. pH obtenido de loción 1

Figura 29. Formulación final de loción 2

Figura 30. pH obtenido de loción 2

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del aceite de *Melaleuca alternifolia*

Tabla 2. Composición química del aceite de *Lavandula angustifolia*

Tabla 3. Excipientes en la formulación del champú

Tabla 4. Excipientes en la formulación de las lociones

Tabla 5. Composición de los componentes utilizados en la formulación de champú.

Tabla 6. Características organolépticas del champú

Tabla 7. Resultados obtenidos de pH en la formulación del champú

Tabla 8. Resultados obtenidos de densidad en la formulación del champú

Tabla 9. Composición de los componentes utilizados en la prueba 1 de la Loción 1

Tabla 10. Composición de los componentes utilizados en la formulación final de la Loción 1

Tabla 11. Características organolépticas de la loción 1

Tabla 12. Resultados obtenidos de pH en la loción 1

Tabla 13. Resultados obtenidos de densidad en la loción 1

Tabla 14. Composición de los componentes utilizados en la formulación final de la Loción 2

Tabla 15. Características organolépticas de la loción 2

Tabla 16. Resultados obtenidos de pH en la loción 2

Tabla 17. Resultados obtenidos de densidad en la loción 2

RESUMEN

La pediculosis es una infestación que afecta principalmente al cuero cabelludo, representa un problema de salud pública significativo, con especial prevalencia en la población pediátrica escolar. El agente etiológico principal, *Pediculus humanus capitis*, es un insecto hematófago que genera sintomatología característica como prurito intenso e irritación local, pudiendo ocasionar complicaciones secundarias por rascado.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar y evaluar tres formulaciones farmacéuticas innovadoras para el tratamiento de la infestación por piojos: un champú y dos lociones capilares. Las formulaciones incorporan una combinación estratégica de componentes activos sintéticos y naturales, incluyendo permetrina, y extractos vegetales de *Quassia amara*, *Lavándula angustifolia* y *Melaleuca alternifolia*.

La investigación contempla un abordaje integral que combina la eficacia de la permetrina, que actúa sobre el sistema nervioso del insecto y los componentes naturales seleccionados que aportan propiedades complementarias: efectos insecticidas (*Quassia amara*), repelentes (*Lavándula angustifolia*) y antisépticos (*Melaleuca alternifolia*).

La metodología experimental incluye el desarrollo galénico de las formulaciones y la evaluación de parámetros críticos de calidad, incluyendo características organolépticas (color, olor, aspecto y textura) y fisicoquímicas (pH). El estudio contempla el seguimiento de la estabilidad temporal de estos parámetros en un tiempo cero, a los tres y seis meses.

Palabras clave: *pediculosis, Pediculus humanus capitis, formulaciones farmacéuticas, permetrina, Quassia amara, Lavándula angustifolia y Melaleuca alternifolia.*

ABSTRACT

Pediculosis is an infestation that primarily affects the scalp and represents a significant public health issue, particularly prevalent among school-aged pediatric populations. The main etiological agent, *Pediculus humanus capitis*, is a hematophagous insect that causes characteristic symptoms such as intense itching and local irritation, which can lead to secondary complications due to scratching.

This research project aims to develop and evaluate three innovative pharmaceutical formulations for the treatment of pediculosis infestation: one shampoo and two hair lotions. The formulations incorporate a strategic combination of synthetic and natural active ingredients, including permethrin, dimethicone, and plant extracts from *Quassia amara*, *Lavandula angustifolia*, and *Melaleuca alternifolia*.

The research adopts a comprehensive approach that combines the efficacy of permethrin, which acts on the parasite's nervous system, with the physical mechanism of dimethicone, which causes ectoparasite suffocation. The selected natural components provide complementary properties: insecticidal effects (*Q. amara*), repellent properties (*L. angustifolia*), and antiseptic actions (*M. alternifolia*).

The experimental methodology includes the galenic development of the formulations and the evaluation of critical quality parameters, including organoleptic characteristics (color, odor, appearance, and texture) and physicochemical properties (pH). The study also monitors the temporal stability of these parameters.

Keywords: *pediculosis, Pediculus humanus capitis, pharmaceutical formulations, permethrin, Quassia amara, Lavandula angustifolia, and Melaleuca alternifolia.*

1. INTRODUCCIÓN

El pelo es uno de los grandes apéndices de la piel, el cual la cubre casi por completo. Entre sus funciones principales, se destacan, la protección contra elementos externos como el frío, las radiaciones UV, participa en la termorregulación, en la dispersión de productos provenientes de las glándulas sebáceas, la producción de feromonas, sudor y sebo, entre otras (Castañeda & López, 2018).

La formación del cabello se da mediante una rápida división y diferenciación de células madre. El folículo piloso tiene un crecimiento cíclico. Este ciclo se puede dividir en tres fases: anágena (crecimiento), catágena (transición) y telógena (reposo) (Hoover *et al.*, 2025).

La estructura del cabello presenta dos estructuras, un segmento inferior, compuesto por el bulbo y el tallo. En el bulbo se encuentra la papila folicular y contiene células madre, melanocitos, melanosomas, capilares arteriales y venosos que se encargan de la nutrición. Por otra parte, el tallo presenta tres capas concéntricas: la cutícula, la corteza y la médula. Además del segmento inferior, el cabello presenta otra estructura conocida, el segmento superior, el cual se subdivide en dos secciones, el istmo y el infundíbulo (Hoover *et al.*, 2025).

Una de las problemáticas más frecuentes que se pueden presentar a nivel capilar, es la infestación por estos insectos, conocidos como piojos (Ferrara *et al.*, 2013).

Los agentes etiológicos que infestan a los humanos son el piojo del cuerpo (*Pediculus humanus humanus*), el piojo de la cabeza (*Pediculus humanus capitis*) y la ladilla o piojo púbico (*Pthirus pubis*). Los piojos de la cabeza (*Pediculus humanus capitis*) son insectos ápteros que infestan exclusivamente a los humanos, nutriéndose únicamente de la sangre del cuero cabelludo (Sangare *et al.*, 2016).

El presente trabajo estará enfocado solo al piojo de la cabeza, se hará foco en su diagnóstico y los distintos tipos de tratamientos que existen para combatirlos, como tratamientos mecánicos utilizando peines metálicos, lendreras o uso de

las manos, hasta tratamientos tópicos con sustancias químicas y productos naturales.

1.2 Infestación por piojos

1.2.1 Generalidades

La infestación por piojos es un problema generalizado de salud pública que afecta a personas de todos los orígenes socioeconómicos y edades, aunque la infestación ocurre principalmente en niños en edad escolar (Ferrara *et al.*, 2013).

Los piojos han infestado a los humanos durante miles de años y se distinguen según la zona del cuerpo que habitan. Aún hoy, las infestaciones de piojos afectan a cientos de millones de personas a nivel global. Los agentes etiológicos que infestan a los humanos son el piojo del cuerpo (*Pediculus humanus humanus*), el piojo de la cabeza (*Pediculus humanus capitis*) y la ladilla o piojo púbico (*Phthirus pubis*).

El piojo de la cabeza es común en todas las naciones y se han reportado brotes en todos los estratos sociales; sin embargo, los niños de edad escolar representan el grupo más numeroso de individuos afectados. El piojo púbico generalmente se considera un organismo de transmisión sexual. El piojo del cuerpo reside en la vestimenta y prolifera en condiciones de frío, promiscuidad y falta de higiene. Los tres tipos de piojos causan infestaciones altamente contagiosas y se transmiten con facilidad a través del contacto físico cercano o al compartir ropa de cama, peines o vestimenta contaminada, variando según la especie de piojo. Tanto el piojo del cuerpo como el de la cabeza (ver figura 3) albergan el mismo microorganismo endosimbiótico, el cual aparentemente es crucial para la producción de nutrientes esenciales como las vitaminas B, que no se encuentran en la dieta del huésped (Sangare *et al.*, 2016).



Figura 1. Piojos de la cabeza

Fuente: <https://ssl.adam.com/content.aspx?productid=618&pid=5&gid=000840&site=eep-aadse3.adam.com&login=EBIX2269>

1.2.2 Ciclo de vida de *Pediculus humanus capitis*

Los piojos de la cabeza (*Pediculus humanus capitis*) son insectos ápteros que infestan exclusivamente a los humanos, nutriéndose únicamente de la sangre del cuero cabelludo. La hembra del piojo de la cabeza deposita huevos alargados de forma ovalada, conocidos como liendres, cuyo color varía de gris pálido a marrón rojizo y miden entre 0,3 y 0,8 mm. Estos huevos son adheridos al cabello, preferentemente cerca del cuero cabelludo, en la nuca o detrás de las orejas, mediante una sustancia cementante fuerte e impermeable. Una hembra puede llegar a poner hasta 10 huevos al día, alcanzando un potencial de hasta 300 huevos durante su vida, que dura entre 30 y 40 días.

Estos insectos tienen a los humanos como sus únicos huéspedes conocidos y su ciclo vital se desarrolla en tres fases: huevo, ninfa y adulto (ver figura 4).

Huevos (Liendres): las liendres son los huevos de los piojos. Las hembras adultas los depositan y los fijan a la base del tallo capilar, cerca del cuero cabelludo. Con dimensiones de aproximadamente 0,8 mm x 0,3 mm y forma ovalada, suelen presentar una coloración amarillenta o blanquecina. La eclosión de las liendres se da entre seis y nueve días. Los huevos viables generalmente se encuentran a menos de 6 mm del cuero cabelludo.

Ninfas: del huevo eclosiona una ninfa, que se asemeja a un piojo adulto, pero con un tamaño más diminuto. Las ninfas maduran tras experimentar tres mudas, transformándose en adultos aproximadamente siete días después de la eclosión.

Adultos: El piojo adulto posee seis patas cada una con garras y su coloración varía entre canela y blanco grisáceo. En personas con cabello oscuro, el piojo adulto puede parecer más oscuro. Las hembras suelen ser de mayor tamaño que los machos y pueden depositar hasta ocho huevos por día. Los piojos adultos pueden vivir hasta 30 días en la cabeza de una persona y necesitan alimentarse de sangre varias veces al día para sobrevivir; sin esta ingesta, mueren, en uno o dos días (Bernat, 2019).

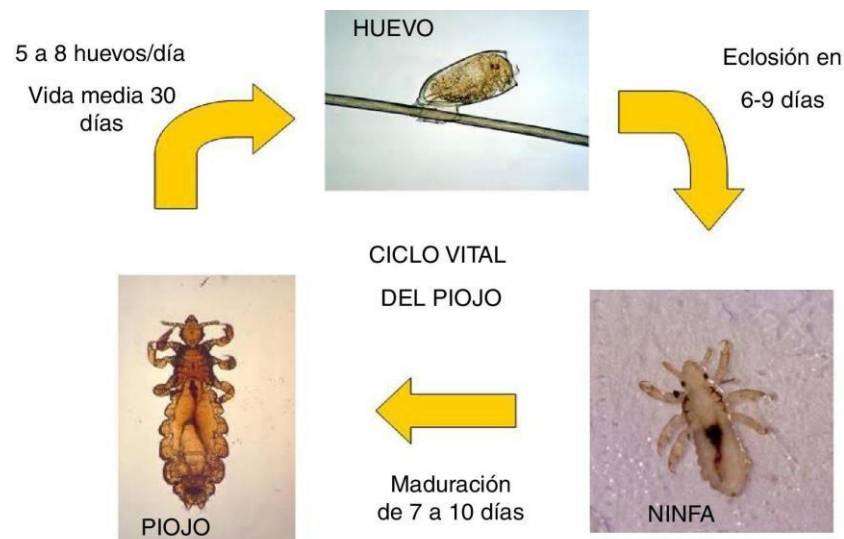


Figura 2. Ciclo de vida de *Pediculus humanus capitis*

Fuente: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-actualizacion-pediculosis-capitis-S1138359318304349>

1.2.3 Multiplicación y contagio de *Pediculus Humanus Capitis*

La humedad juega un papel fundamental en la vida de los piojos, siendo el rango óptimo para su supervivencia entre el 70 y el 90%. Su viabilidad se ve comprometida cuando la humedad desciende por debajo del 40%. La temperatura también es un factor importante en su fisiología, ya que prefieren un ambiente entre 32 °C. a 50 °C., los piojos del cuerpo mueren a elevadas temperaturas, lo que subraya la importancia de lavar la ropa a temperaturas altas, dado que el agua y el jabón solos no son suficientes para eliminarlos.

Aunque los huevos pueden tolerar temperaturas más bajas, su capacidad de eclosionar se limita a 16 días.

Un piojo se alimenta generalmente cinco veces al día, y cada hembra puede aparearse con varios machos a lo largo de su vida. Los huevos son depositados en los pliegues de la ropa en el caso de los piojos del cuerpo, y en el cabello para los piojos de la cabeza. Los piojos son insectos que se desplazan arrastrándose; son incapaces de saltar, brincar o volar. La principal vía de contagio es el contacto cercano y prolongado entre cabezas (Sangare *et al.*, 2016).

1.2.4 Diagnóstico y síntomas de la infestación por piojos

Para diagnosticar la presencia de piojos, la simple revisión visual no es suficiente, aunque se examine minuciosamente todo el cuero cabelludo. Por ello, la técnica más efectiva para identificar una infestación activa es el peinado con el cabello mojado o húmedo, utilizando un peine especial para detectar liendres (con una distancia de 0,2 mm entre sus púas). Los peines de metal para liendres han demostrado ser más eficaces en la eliminación de piojos, huevos y liendres del cabello (hasta tres veces más) que los peines de plástico diseñados para este propósito. Si el objetivo es determinar si una infestación ya ha finalizado, es decir, encontrar solo liendres y huevos que ya no son viables, la inspección a simple vista es más útil que la técnica del peinado en húmedo.

El síntoma más común ante una infestación por piojos es la picazón del cuero cabelludo, debido a una reacción alérgica producida por la saliva del piojo, esto no se manifiesta en la primera infestación, sino que aparece luego de las 4 a 6 semanas cuando ya se produjo la sensibilización. Cuando se da una reinfestación, la picazón se manifiesta a los 2 días (Meister & Ochsendorf, 2016).

1.2.5 Tratamiento de la infestación por piojos

El principal objetivo del tratamiento es la eliminación de huevos y liendres mediante diferentes tipos de tratamientos.

1.2.5.1 Tratamiento mecánico

Este tratamiento es una alternativa en la que no se utilizan productos químicos, se basa en la eliminación de piojos y liendres mediante el uso de un peine metálico (ver figura 5). Un tratamiento o erradicación exitosa depende de la constancia y el cuidado con el que se realice, para ello, hay que tener en cuenta una serie de pasos: peine fino para piojos, buena luz, toalla blanca y agua para humedecer el cabello (Sangare *et al.*, 2016).

Otra opción de peines es la lendrera eléctrica, que realiza una pequeña descarga eléctrica que mata los piojos vivos. Las lendreras, a diferencia del peine metálico, se deben utilizar en el cabello seco.

Otro método es el uso de las manos para la eliminación de estos insectos.

Tanto para la utilización de manos como peines metálicos o lendreras es importante que el cabello haya sido previamente lavado con productos químicos que actúen como pediculicidas para poder tener una erradicación eficaz (Bernat, 2019).

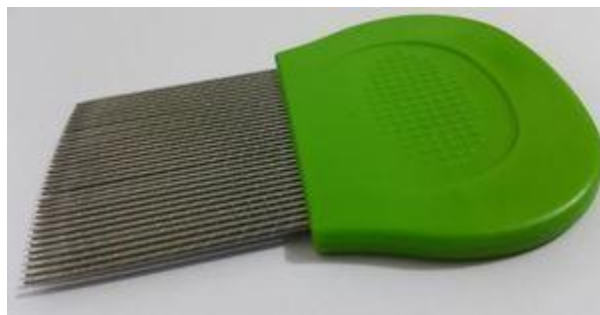


Figura 3. Peine metálico para piojos

Fuente: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-actualizacion-pediculosis-capitis-S1138359318304349>

1.2.5.2 Tratamiento con aire caliente

Se considera un paso adicional al tratamiento ya que solo se aplica calor en el lavado de las prendas personales, ropa de cama y toallas, se prefiere un lavado a una temperatura superior a 50 °C. durante 30 minutos ya que a elevadas temperaturas los piojos mueren. Se debe evitar el uso de secadores de pelo ya que no alcanzan la temperatura suficiente. Hay que tener cuidado, ya que los

piojos pueden desarrollar como mecanismo de defensa natural, una resistencia al calor a causa de procesos hormonales. Si esto sucede, pueden llegar a tolerar temperaturas de hasta 100 °C. (Sangare *et al.*, 2016).

1.2.5.3 Tratamientos tópicos más comunes

1.2.5.3.1 Fórmula farmacéutica

Según La administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), define fórmula farmacéutica como el producto proveniente de la transformación de un principio activo o de una asociación de estos mediante procedimientos farmacotécnicos, a fin de conferirles características físicas y morfológicas particulares para su adecuada dosificación y conservación, y que faciliten su administración y acción farmacológica.

(ANMAT, 2024).

1.2.5.3.1.1 Champú

El champú es un producto destinado a la limpieza e higiene del pelo y cuero cabelludo. Se caracteriza por formar una espuma abundante, limpiar, enjuagar con facilidad y dejar el cabello suave, brillante e hidratado. Además, no debe causar irritaciones en piel y ojos.

La formulación de un champú contiene principalmente tensioactivos aniónicos, como los sulfatos de alquilo que actúan como agentes limpiadores, espesantes, sostenedores de espuma, secuestrantes iónicos, esencias, acidificantes, conservantes, entre otros (Yang, 2017).

1.2.5.3.1.2 Loción

Las lociones están formuladas como suspensiones líquidas que contienen sólidos insolubles finamente micronizados, los cuales se mantienen en suspensión mediante agentes estabilizantes. Gracias a su naturaleza bifásica, presentan tendencia a la sedimentación con el tiempo, por lo que requieren agitación vigorosa antes de su uso. La aplicación es tópica y se recomienda de 3 a 4 veces al día, permitiendo su secado espontáneo sobre la superficie cutánea.

Hay numerosos tipos de lociones, que varían de acuerdo con el principio activo que contienen y finalidad de uso. Pueden ser: antivertiginosa y secante, antiséptica, estimulante (Muguercia *et al.*, 1997).

1.2.5.3.2 Producto cosmético

Un producto cosmético es cualquier sustancia o mezcla de sustancias diseñadas para ser utilizadas de manera externa sobre el cuerpo humano. El propósito principal es limpiar, perfumar, embellecer, eliminar olores, modificar la apariencia y mantener un buen estado fisicoquímico de la piel y estructuras anexas (cabello y uñas), dientes y mucosas bucales. Estas sustancias actúan a nivel superficial, y en caso de ser absorbidas, no deben producir efectos negativos en el organismo.

Se reconoce como una categoría “adicional” a los productos de higiene personal, los cuales consisten en preparados que, aunque no estén clasificados legalmente como cosméticos, medicamentos, biocidas o productos sanitarios, están diseñados para aplicarse sobre el cuerpo humano (piel, dientes o mucosas) y su objetivo principal es contribuir al cuidado higiénico o bien ayudar a controlar o eliminar presencia de insectos (Madurga, 2011).

1.2.5.3.3 Componentes activos utilizados como pediculicidas

1.2.5.3.3.1 Piretrinas

Las piretrinas naturales son sustancias químicas que se obtienen de la flor del crisantemo. Debido a que las piretrinas naturales son fáciles de oxidar e inactivarse por acción de la luz y el aire, surgieron derivados sintéticos conocidos como piretrinas sintéticas o piretroides, siendo la más conocida la permetrina.

La permetrina (ver figura 4) es un compuesto que tiene acción neurotóxica en los piojos, no tienen efectos en los huevos ya que éstos aún no han desarrollado su sistema nervioso, solo actúa en piojos adultos, su mecanismo de acción se basa en paralizar el sistema nervioso del piojo dificultando la repolarización neuronal e impidiendo el cierre de los canales de sodio. La concentración de permetrina aceptada es siempre al 1% cuando se trata de piojos. Se puede utilizar a partir de los 2 meses de edad, al ser sintética se absorbe poco por la

piel. Se debe aplicar 10 minutos sobre el cabello seco y luego se aclara bien, se recomienda una segunda aplicación a los 10 o 14 días, otro dato importante a tener en cuenta es que este compuesto es de baja toxicidad.

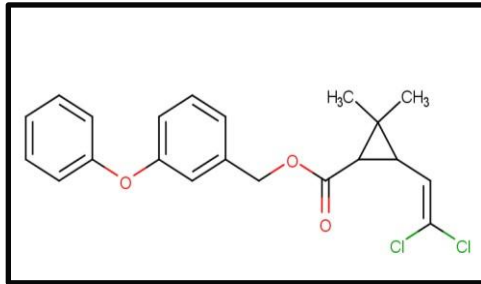


Figura 4. Estructura química de la Permetrina

Fuente: <https://www.guideschm.com/encyclopedia/es/permethrin-dic24448.html>

1.2.5.3.3.2 Butóxido de piperonilo

No tiene acción neurotóxica, es un compuesto sintético con escasa actividad contra los piojos, pero su ventaja es que tiene la capacidad de potenciar el efecto neurotóxico de las permetrinas sobre el insecto y aumenta su efecto alrededor de 10 veces, son conocidos como “piretrinas sinergizadas”.

1.2.5.3.3.3 Malatión

Es un insecticida organofosforado, tiene gran poder ovicida y también ataca al piojo adulto, afecta su sistema nervioso provocando una paralización. Se recomienda como segunda línea de tratamiento por su toxicidad. No debe aplicarse en niños menores de 6 años.

1.2.5.3.3.4 Miristato de isopropilo y 1,2-octanediol

Ambos productos actúan disolviendo la capa cerosa que recubre la parte externa del piojo. Este mecanismo provoca una pérdida de fluidos vitales del insecto a través de su cutícula, lo que finalmente causa su muerte. Hasta el momento, no se han evidenciado complicaciones ni efectos adversos asociados al uso de estos productos (Bernat, 2016).

1.2.5.3.4 Tratamiento con productos de origen vegetal

1.2.5.3.4.1 Aceite de *Melaleuca alternifolia*

El aceite de árbol de té (ver figura 5), conocido como aceite de melaleuca, es un aceite esencial volátil que se obtiene de vaporizar las hojas del árbol de té

australiano. Este aceite esencial fue utilizado durante casi 100 años en Australia, pero en la actualidad está disponible prácticamente en todo el mundo, tanto en su forma pura como en su componente activo en diversos productos. Los principales usos de este aceite se han basado en sus propiedades antisépticas, antiinflamatorias y repelente de insectos (Carson *et al.*, 2006).

El componente principal del aceite, el terpinen-4-ol, es fundamental ante la infestación por piojos, ya que actúa como neurotóxico, interrumpiendo la transmisión sináptica del insecto y generando la inmovilización y muerte del mismo. Presenta un efecto asfixiante, por sus componentes lipofílicos que obstruyen los espiráculos respiratorios del piojo y así, obstruyendo el intercambio de gases. Asimismo, se ha observado una actividad ovicida parcial que puede actuar en la cubierta externa de las liendres, impidiendo su desarrollo (Salomón *et al.*, 2022).

Por último, el aceite de árbol de té también presenta un efecto repelente, reduciendo la probabilidad de una infestación. Todas esas propiedades mencionadas, posicionan a este aceite como una alternativa terapéutica eficaz para tratar las infestaciones por piojos (Salomón *et al.*, 2022).



Figura 5. Aceite del árbol de té

Fuente: <https://www.airedesantafe.com.ar/ocio/para-que-sirve-el-aceite-arbol-te-n210591> •

- **Composición química del aceite de *Melaleuca alternifolia***

El aceite esencial de árbol de té contiene principalmente hidrocarburos terpénicos en su composición, entre los que se destacan los monoterpenos, sesquiterpenos y sus alcoholes correspondientes. Los terpenos por su parte son compuestos aromáticos y volátiles que pueden considerarse polímeros del isopreno (Carson *et al.*, 2016). (Ver tabla 1).

Tabla 1. Composición química del aceite de *Melaleuca alternifolia*.

Componentes	Composición (%)
terpinen-4-ol	40.1
γ -terpineno	23.0
α -terpineno	10.4
1,8 – cineol	5.1
Al	3.1
p-cimeno	2.9
α -pineno	2.6
α -terpineol	2.4
Aromadendreno	1.5
δ -cadineno	1.3
Limoneno	1.0
Sabideno	0.2
Globulol	0.2
Viridiflorol	0.1

Estos componentes fueron extraídos mediante cromatografía de gases y cromatografía de gases- espectrometría de masas (Carson *et al.*, 2016).

La extracción con etanol de las hojas maduras del árbol de té brindó soluciones adecuadas para poder realizar posteriormente la inyección directa en un cromatógrafo de gases y así determinar la composición cualitativa del aceite de árbol de té (Brophy *et al.*, 1989).

1.2.5.3.4.2 Aceite de *Lavándula angustifolia*

La lavanda (ver figura 6) es una planta aromática muy valorada, perteneciente a la familia *Lamiaceae* y originaria de la región Mediterránea. Desde la antigüedad, se han aprovechado sus flores secas, extractos acuosos y aceites esenciales en la elaboración de productos cosméticos, de higiene y en la

medicina tradicional. Además, gracias a su aroma agradable y a sus propiedades antibacterianas, antifúngicas, antioxidantes, insecticidas y repelentes, también se emplea como aditivo en la industria alimentaria.



Figura 6. *Lavándula angustifolia*

Fuente: <https://www.whiteflowerfarm.com/lavandula-angustifolia>

Composición química del aceite de *Lavándula angustifolia*

Los principales constituyentes del aceite esencial de *Lavándula angustifolia* son los terpenos linalol y acetato de linalilo. Estos compuestos tienen aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Composición química del aceite de *Lavándula angustifolia*.

Componente	Composición (%)
hidrocarburo monoterpénico	12.98
beta- mirceno	1.25
d- limoneno	0.41
trans-b-ocimeno	8.42
beta-ocimeno	2.30
Terpinoleno	0.31
monoterpeno oxigenado	82.98
Eucaliptol	0.44
1-octen-1-ol, acetato	0.72
oxido de cis-linalol	0.90

linalol	24.18
acetato de linalino	20.63
acetato de bornilo	0.51
terpinen-4-ol	6.76
alfa-terpineol	6.98
endo-borneol	0.73
acetato de nerol	1.59
acetato de geranilo	3.10
nerol	1.03
geraniol	3.16
sesquiterpeno	4.03
alfa-santaleno	0.45
(E)-beta-fameseno	1.24
cariofileno	1.64
ácido-n-hexadecanoico	0.70
sesquiterpeno oxigenado	1.44
óxido de cariofileno	1.44

Los compuestos fueron obtenidos mediante la extracción por arrastre de vapor, un método físico muy usado para separar compuestos volátiles (aceites esenciales) de materia vegetal usando vapor de agua. Los compuestos activos de la lavanda (linalol, acetato de linalilo, etc.) son muy volátiles y termoestables, lo que significa que pueden evaporarse sin descomponerse si se calientan con vapor (López Naranjo *et al.*, 2013).

La variada composición química de la planta de la lavanda hace que se presenten varias actividades antioxidantes, especialmente por la presencia de aceites esenciales y compuestos fenólicos. El aceite de lavanda presenta una gran efectividad antimicrobiana actuando en diferentes cepas bacterianas e

incluso frente a insectos y se cree que el aceite esencial destruye o activa directamente las dianas moleculares (Mohammed & Al-Qazwini, 2022).

El aceite esencial de lavanda (*Lavándula angustifolia*) presenta propiedades repelentes e insecticidas frente a insectos como *Pediculus humanus capitis*, sus componentes como el linalol y el acetato de linalilo tienen efectos neurotóxicos leves en estos insectos, interfiriendo en su sistema nervioso y reduciendo la capacidad de supervivencia. Además, su aroma característico actúa como un repelente natural, dificultando la fijación de nuevos piojos en el cuero cabelludo (Mohammed & Al-Qazwini, 2022).

1.2.5.3.4.3 Quassia amara

Quassia amara pertenece a la familia *Simaroubaceae*, es un arbusto perenne de 2 a 8 metros de alto, presenta hojas compuestas imparipinnadas y alternas con pecíolo y raquis alados. Sus flores son de tonos rojizos y produce frutos en drupa. Con una gran relevancia en la etnofarmacología de América Tropical por su actividad medicinal, insecticida e incluso ornamental. Los extractos de hojas, corteza y madera (ver figura 7) se han utilizado tradicionalmente como remedios naturales en el tratamiento de problemas digestivos, hepáticos, contra la malaria y como insecticida (López & Pérez, 2008).

El efecto insecticida es contra más de 50 plagas diferentes de ácaros, coleópteros, hemípteros, himenópteros, lepidópteros y thisanópteros se atribuye a sus compuestos amargos conocidos como quasinas, especialmente la quasina y la neoquasina, que interfieren en el sistema nervioso central y afectan el metabolismo, inhibiendo su alimentación y reproducción. Estos compuestos tienen un efecto tóxico selectivo sobre ciertos insectos, sin presentar alta toxicidad en humanos cuando se usan adecuadamente. Los extractos acuosos o alcohólicos de *Quassia amara*, han demostrado ser eficaces para eliminar piojos adultos y liendres, actuando por contacto directo y es una alternativa natural frente a tratamientos químicos convencionales (López & Pérez, 2008).



Figura 7. *Quassia amara*

Fuente: <https://www.plantas-medicinales.org/quassia-amara-cuasial/>

1.2.5.3.4.4 Otros productos de origen vegetal

Además de los productos mencionados, hay una gran cantidad de productos naturales que tienen propiedades insecticidas o repelentes que son utilizados para tratar la infestación por piojos. A continuación, se nombrarán algunos de ellos: aceites esenciales vegetales, como el aceite de coco, ylang-ylang, neem, y diversas plantas aromáticas como el anís estrellado, menta, eucalipto (Herranz & Abad, 2008).

1.2.5.3.5 Dimeticona 4%

La dimeticona (ver figura 8) es una silicona inerte, de bajo peso molecular, es un producto inodoro, incoloro e hidrofóbico, ampliamente utilizada en cosmética y productos dermatológicos por sus propiedades emolientes y su capacidad para formar una película protectora sobre la piel y el cabello. Su aplicación en el tratamiento de la infestación por piojos de la cabeza no responde a un mecanismo insecticida clásico, sino a una acción puramente física sobre el insecto. Al ser aplicada sobre el cabello seco, la dimeticona recubre el cuerpo del piojo y penetra en sus espiráculos, bloqueando el intercambio gaseoso y provocando una muerte por asfixia. Además, interfiere con los mecanismos de excreción hídrica del piojo, induciendo un colapso osmótico irreversible. Otro aspecto relevante es su capacidad para facilitar la remoción de liendres, ya que, al recubrir el tallo piloso y las estructuras adheridas a él, reduce la fricción y permite un peinado más eficaz con el uso de lendreras y su uso es considerado

seguro en niños pequeños, mujeres embarazadas y pacientes con piel sensible o afecciones dermatológicas previas (Heukelbach *et al.*, 2019).

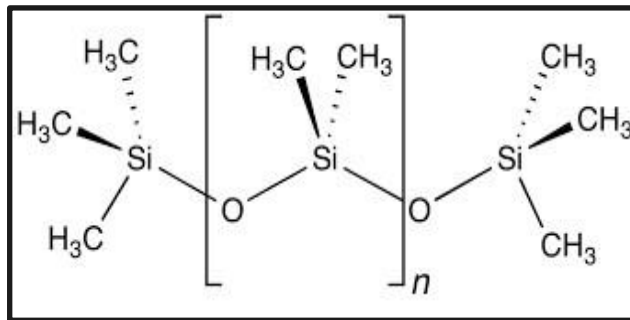


Figura 8. Estructura química de la Dimeticona

Fuente: <https://quimicafacil.net/compuesto-de-la-semana/dimeticona/>

2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

2.1 Objetivo general

Desarrollar y evaluar tres formulaciones piojicidas a base de permetrina, tintura de *Quassia amara*, y aceites esenciales de *Lavándula angustifolia* y *Melaleuca alternifolia* para la erradicación eficaz y segura de *Pediculus humanus capitis*.

2.2 Objetivos específicos

- Formular un champú, y dos lociones, una de ellas a base de productos naturales y otra loción combinando productos naturales y sintéticos, utilizando permetrina, tintura de *Quassia amara*, y aceite esencial de *Lavándula angustifolia* y *Melaleuca alternifolia* a concentraciones adecuadas para garantizar eficacia.
- Evaluar parámetros críticos de calidad, incluyendo características organolépticas (color, olor, aspecto y textura) y fisicoquímicas (pH y densidad).
- Investigar la estabilidad natural a los productos con el fin de analizar sus características organolépticas y parámetros fisicoquímicos. El estudio se realizará a tiempo cero, a los tres y seis meses.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el desarrollo de las formulaciones cosméticas, se adquirieron extractos de drogas vegetales (aceite esencial de *Lavándula angustifolia*, aceite esencial de *Melaleuca alternifolia* y tintura de *Quassia amara*), en herboristerías de la ciudad de Córdoba. Los demás compuestos utilizados en las formulaciones fueron suministrados en el laboratorio de la UCC Farma, de la Universidad Católica de Córdoba.

3.1 Método de elaboración de las formulaciones

3.1.1 Champú

1. Se pesó el tensioactivo aniónico en un beaker y se le agregó un pequeño volumen del total del agua destilada medida en una probeta, el agregado de agua se realizó mediante agitación (Fase 1).
2. Se pesó en otro beaker la dietanolamida de aceite de coco junto con el aceite esencial de lavanda (Fase 2).
3. Se adiciono la fase acuosa (fase 1) sobre la fase oleosa (fase 2), la mezcla de las fases se realizó con una moderada agitación manual y luego se le agregaron los componentes restantes: permetrina, fenoxietanol y etilhexilglicerina, monoestearato de etilenglicol, cocamidopropil betaina, Por último, se llevó a volumen final de 125 mL con agua destilada.
4. Por último, previo al envasado se realizó la medición de los parámetros (pH, densidad y caracteres organolépticos) y luego se procedió a envasar.

3.1.2 Loción 1

1. Se pesó en un beaker conjuntamente la permetrina, el aceite esencial de lavanda, y el polisorbato, luego se agregó mediante una moderada agitación manual el volumen total de alcohol 96° medido en una probeta (fase 1).
2. Se pesó en otro beaker el propilenglicol y se añadió el volumen total de agua destilada medido en una probeta (fase 2).
3. Se adicionó la solución acuosa (fase 2) sobre la solución alcohólica (fase 1) mediante una moderada agitación manual y como resultado se obtuvo la loción 1.

4. Por último, previo al envasado se realizó la medición de los parámetros (pH, densidad y caracteres organolépticos) y luego se procedió a envasar.

3.1.3 Loción 2

1. Se pesó en un beaker conjuntamente el aceite esencial de árbol de té, tintura de *quassia amara*, y el polisorbato, luego se agregó mediante agitación el volumen total de alcohol 96° medido en una probeta (fase 1).
2. Se pesó en otro beaker el propilenglicol y se añadió el volumen total de agua destilada medido en una probeta (fase 2).
3. Se adicionó la solución acuosa (fase 2) sobre la solución alcohólica (fase 1) mediante una moderada agitación manual y como resultado se obtuvo la loción 2.
4. Por último, previo al envasado se realizó la medición de los parámetros (pH, densidad y caracteres organolépticos) y luego se procedió a envasar.

3.1.3 Ensayos

Una vez realizada la formulación base de cada producto, se procedió a repetir 3 veces cada una, dando un total de 4 ensayos por producto, a los cuales se le hizo la correspondiente medición de los parámetros de estabilidad en el tiempo establecido. Finalmente se decidió utilizar los valores de estabilidad de la formulación base, ya que todos arrojaban valores similares sin cambios significativos

3.2 Medición de parámetros de las formulaciones a tiempo cero, tres y seis meses

Previo al envasado de cada formulación, se procedió a medir el pH, la densidad y evaluar los caracteres organolépticos (olor, color, aspecto y textura).

3.2.1 pH

Se midió este parámetro con el fin de determinar el carácter ácido o básico del producto, mediante tiras reactivas, realizando la determinación por triplicado (se midió tres veces el pH y se calculó un promedio de las determinaciones). El pH óptimo en estos productos es entre 5 y 7.

3.2.2 Densidad

Se midió la densidad utilizando una jeringa de 10 mL para el champú y 3 mL para las lociones. Se tomó esta cantidad de volumen de champú y se lo pesó, luego se realizó el cálculo de la densidad (masa/volumen). Al igual que la medición del pH, se realizó esta determinación por triplicado.

3.2.3 Caracteres organolépticos

Mediante observación visual y tacto se observó el color, olor, aspecto y textura. La medición de estos parámetros se realizó a tiempo cero (22/05/2025), a los tres meses (22/08/2025) y a los seis meses (22/11/2025), con el fin de evaluar la estabilidad natural de cada una de las formulaciones

3.3 Material de laboratorio

- Balanza digital.
- Beakers.
- Varillas de vidrio.
- Espátulas.
- Probetas.

3.4 Excipientes utilizados en las formulaciones

3.4.1 Champú

Los excipientes utilizados en la formulación del champú se describen en la siguiente tabla. (Ver tabla 3).

Tabla 3. Excipientes en la formulación del champú.

Excipientes	Componentes
Tensioactivo aniónico	Lauriletoxisulfato de sodio 25%
Sostenedor de espuma	Dietanolamida de aceite de coco
Opacificante	Monoestearato de etilenglicol
Tensioactivo anfótero	Cocamidopropil betaina 30%
Conservante	Fenoxietanol y etilhexilglicerina
Vehículo	Agua destilada

3.4.2 Lociones

Los excipientes utilizados en ambas lociones se describen a continuación (Ver tabla 4).

Tabla 4. Excipientes en la formulación de las lociones.

Excipientes	Componentes
Vehículos	Agua destilada
	Alcohol 96°
Humectante	Propilenglicol 5%
Tensioactivo no iónico	Polisorbato 80

3.5 Componentes activos utilizados en las formulaciones

3.5.1 Componentes activos naturales

Lavandula angustifolia (ver figura 9).



Figura 9. Aceite esencial de Lavanda

Fuente: Imagen propia.

Melaleuca alternifolia (ver figura 10).



Figura 10. Aceite esencial de árbol de té

Fuente: Imagen propia.

Quassia amara (ver figura 11).



Figura 11. Tintura de *Quassia amara*

Fuente: Imagen propia. **3.5.2**

Principio activo sintético

Permetrina (ver figura 12).



Figura 12. Permetrina concentrada

Fuente: Imagen propia.

3.6 Acondicionamiento del producto cosmético

3.6.1 Packaging

El packaging se define como el conjunto de elementos y variables que configuran el diseño y la funcionalidad del empaque de un producto, integrando aspectos logísticos, comunicacionales, comerciales y sostenibles. Su propósito es proteger, conservar y presentar el producto, facilitando su distribución y consumo. Desde una perspectiva académica, el packaging se comprende como

un sistema complejo que transforma un bien en un objeto comercializable, dotándolo de valor simbólico, cultural y funcional, en coherencia con las dinámicas del consumo contemporáneo y la sostenibilidad. Según la relación con la tipología por nivel de protección se puede definir en empaque primario cuya función es contener y proteger el producto ya que está en contacto con el mismo. Por otro lado, el empaque secundario puede contener uno o varios envases primarios, su función además de la protección es facilitar la manipulación, el transporte y el almacenamiento del producto.

Para este trabajo, se optaron por tres envases primarios de plástico PET (Tereftalato de polietileno) color blanco opaco de 125 mL y por un estuche como envase secundario. En cuanto al PET, su opacidad evita la degradación de los ingredientes que sean sensibles a la luz, ayuda a conservar el color y la estabilidad del producto cosmético (ver figura 13). Además, es un material resistente a golpes y a la variabilidad de temperaturas.

El envase secundario seleccionado es un estuche (ver figura 14), de carácter transparente, cuya función es brindar protección, permitir la observación del envase primario y contribuir a la presentación estética del kit cosmético (Vesga Montes & Villafañe Solarte, 2017).



Figura 13. Empaque primario de los productos

Fuente: Imagen propia.



Figura 14. Empaque secundario

Fuente: Imagen propia

3.6.2 Rótulo

El rótulo es toda leyenda, inscripción, imagen o etiqueta que aparece en el envase de un producto, y brinda información obligatoria o complementaria sobre ese producto.

¿Qué debe incluir el rótulo de un cosmético según la normativa argentina?

En Argentina, los productos cosméticos, de higiene personal y perfumes están regulados por la ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica), específicamente bajo la disposición ANMAT 7809/2022, a continuación, se muestra una figura con la información obligatoria que debe poseer el rotulado tanto en el envase primario como secundario (ver figura 15).

REF.	ÍTEM	ENVASE
1	Nombre del producto y grupo/tipo al que pertenece, en caso de que no esté implícito en el nombre	Primario y Secundario
2	Marca	Primario y Secundario
3	Datos de inscripción/regularización del producto	Secundario
4	Lote o Partida	Primario
5	Plazo de validez	Secundario
6	Contenido neto	Secundario
7	País de Origen	Secundario
8	Datos del Titular	Secundario
9	Datos de atención al consumidor (teléfono, correo electrónico, página web u otro medio)	Secundario
10	Modo de Uso (si corresponde)	Primario o Secundario
11	Advertencias y Restricciones de Uso (si corresponde)	Primario y Secundario
12	Ingredientes/Composición (utilizando la codificación de sustancias INCI)	Secundario

Figura 15. Rotulado obligatorio general

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-345-2006-113879/normas->

modifican#:~:text=NORMAS%20DE%20ADMISION%20DE%20PRODUCTOS,LA%20COMERCIALIZACION%20DE%20LOS%20MISMOS.

3.6.2.1 Rótulos envases primarios

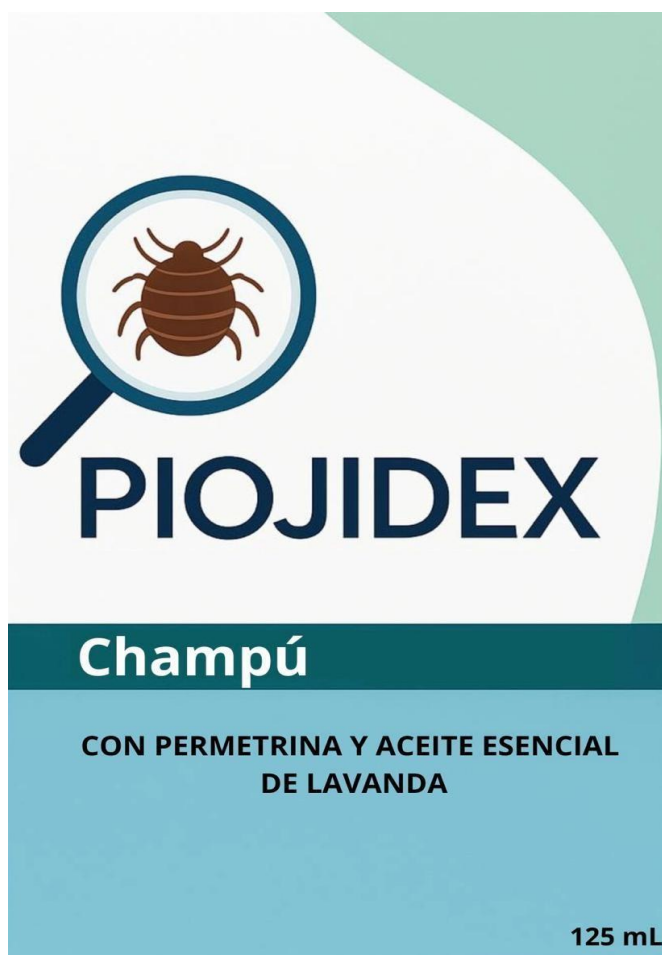


Figura 16. Rótulo anverso del champú

Fuente: Imagen propia.



Figura 17. Rótulo reverso del champú

Fuente: Imagen propia.

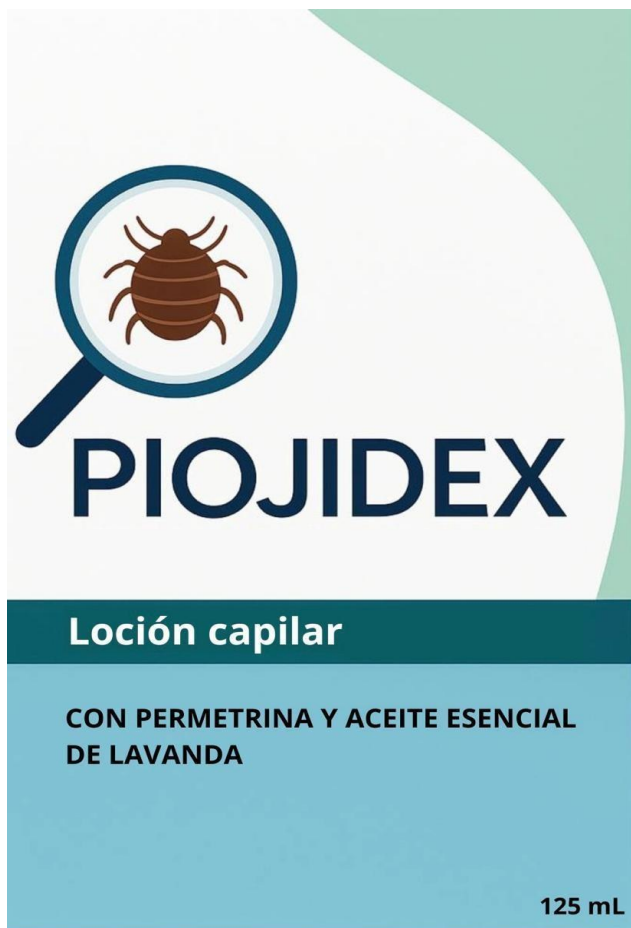


Figura 20. Rótulo anverso de loción 2. **Figura 21.** Rótulo reverso de loción 2

Fuente: Imagen propia



Fuente: Imagen propia

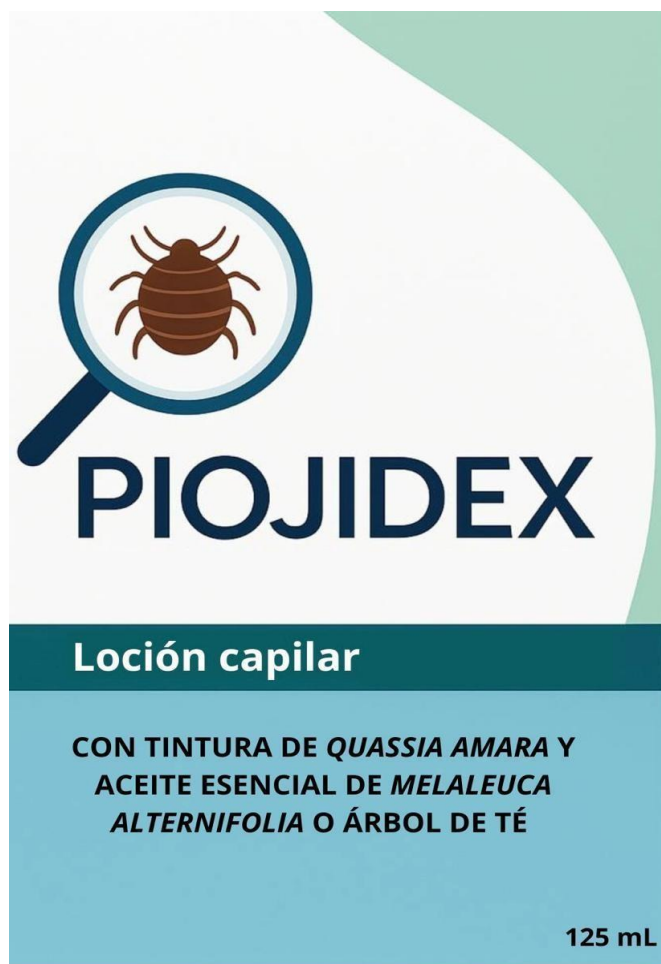


Figura 22. Rótulo anverso loción 1

Fuente: Imagen propia



Figura 23. Rótulo reverso loción 2

Fuente: Imagen propia

3.6.2.2 Rótulos envase secundario



Figura 22. Rótulo anverso del envase secundario

Fuente: Imagen propia

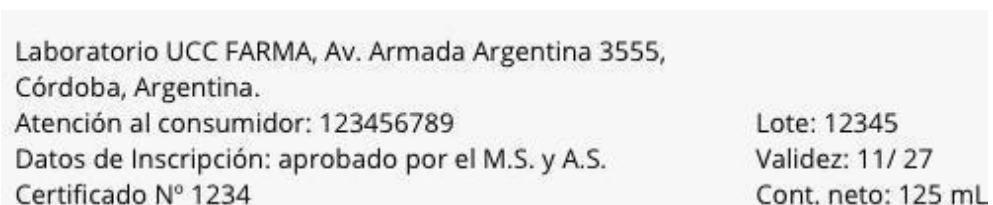


Figura 23. Rótulo reverso del envase secundario

Fuente: Imagen propia

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Formulación de champú perlado

Prueba 1: aplicando la metodología de elaboración descrita en materiales y métodos se obtuvo una formulación de color blanco amarillento moderadamente transparente, con un leve aroma a lavanda, adecuada extensibilidad y viscosidad. Produce la cantidad suficiente de espuma para ser aplicado en un niño, es decir en poca cantidad, el producto no presenta grumos ni partículas en suspensión, es una formulación totalmente homogénea con una suave sensación al tacto, de textura cremosa. De acuerdo con la formulación obtenida se observó que sus características organolépticas y parámetros fisicoquímicos cumplían con el objetivo propuesto (ver figuras 24 y 25). Por lo tanto, la primera prueba de esta formulación se considera la formulación definitiva debido a la ausencia de complicaciones.



Figura 24. Formulación final champú

Fuente: Imagen propia.



Figura 25. pH obtenido del champú

Fuente: Imagen propia.

A continuación, se detallan los componentes y composición utilizados. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Composición de los componentes utilizados en la formulación de champú.

Componentes	Composición
Lauriletoxisulfato de sodio	45 g
Dietanolamida de aceite de coco	3,75 g
Monoestearato de etilenglicol	3,75 g
Cocamidopropil betaina	5 g
Permetrina 1%	1,25 g
Fenoxietanol y etilhexilglicerina	1,25 g
Aceite esencial de <i>Lavándula angustifolia</i>	0,25 g
Agua destilada	64,75 mL

4.1.2 Estabilidad

4.1.2.1 Caracteres organolépticos

Se midieron los caracteres organolépticos (color, olor, viscosidad, espuma, aspecto y textura) con solo simple observación visual y el uso de las manos, la medición de este parámetro se llevó a cabo al inicio (tiempo cero) y luego a los tres y seis meses, a continuación, se describen los resultados. (Ver tabla 6).

Tabla 6. Caracteres organolépticos del champú.

Caracteres Organolépticos	Tiempo cero	Tres meses	Seis meses
Color	Blanco amarillento	Blanco amarillento	Blanco amarillento
Olor	Leve aroma a lavanda	Leve aroma a lavanda	Leve aroma a lavanda
Viscosidad	Moderada	Moderada	Moderada
Espuma	Baja - moderada	Baja - moderada	Baja - moderada
Aspecto	Homogéneo, nacarado, semitransparente	Homogéneo, nacarado y semitransparente	Homogéneo, nacarado y semitransparente
Textura	Suave y cremoso	Suave y cremoso	Suave y cremoso

4.1.2.2 pH

Se midió el pH de la formulación del champú por triplicado utilizando una tira reactiva y se obtuvo un promedio a partir de los resultados obtenidos. (Ver tabla 7).

Tabla 7. Resultados obtenidos de pH en la formulación del champú.

pH	Tiempo 0	3 meses	6 meses
1	6	6	6
2	6	6	6
3	6	6	6
Promedio:	6	6	6

4.1.2.3 Densidad

Se midió la densidad de la formulación del champú por triplicado, se tomaron 10 mL de muestra con una jeringa y se pesó su contenido en una balanza analítica. De esta forma se calculó mediante la relación masa/volumen, la densidad promedio de la formulación, los siguientes resultados fueron. (Ver tabla 8).

Tabla 8. Resultados obtenidos de densidad en la formulación del champú.

Densidad	Tiempo 0	3 meses	6 meses
1	9,7 g / 10 mL= 0,97 g/mL	10 g / 10 mL= 1g/mL	9,7 g / 10 mL= 0,97 g/mL
2	9,8 g / 10 mL= 0,98 g/mL	10 g / 10 mL= 1g/mL	9,7 g / 10 mL= 0,97 g/mL
3	9,7 g/ 10 mL= 0,97 g/mL	10 g /10 mL= 1 g/mL	9,6 g / 10 mL= 0,96 g/mL
Promedio	0,97 g / mL	1 g / mL	0,97 g / mL

4.2 Formulación de la loción 1

Prueba 1: aplicando la metodología de elaboración descrita en materiales y métodos se obtuvo una formulación que no cumplía con los parámetros deseados, ya que la permetrina no se solubilizó en alcohol dando un color blanco opaco de aspecto lechoso indicando insolubilidad entre ambas fases. Su consistencia era espesa y viscosa. Se observaron pequeñas partículas suspendidas en la formulación lo que ponía en evidencia su baja homogeneidad (ver figura 26).

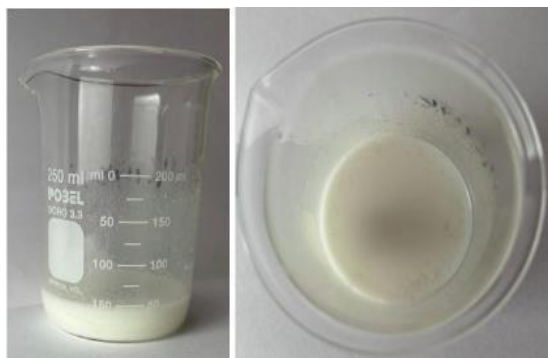


Figura 26. Prueba 1 de loción 1

Fuente: Imagen propia.

Los componentes y composición para esta prueba fallida se describen a continuación (Ver tabla 9).

Tabla 9. Composición de los componentes utilizados en la prueba 1 de la Loción 1.

Componente	Composición
Permetrina 1%	1,25 g
Aceite esencial de <i>Lavándula angustifolia</i>	0,625 g
Alcohol 96°	50 mL
Propilenglicol	12,5 g
Agua destilada	60,6 mL

Prueba 2: para corregir el error de la primera prueba se procedió a realizar una segunda prueba mediante el agregado de polisorbato 80 (tensioactivo) con el fin de solubilizar la permetrina. Debido al agregado del tensioactivo se tuvieron que modificar los volúmenes de aceite esencial de lavanda, alcohol, propilenglicol y agua para obtener la formulación deseada. De esta manera se logró solubilizar correctamente la permetrina por lo que finalmente esta prueba fue aprobada ya que la formulación que se obtuvo cumplía con los parámetros fisicoquímicos buscados. Se obtuvo una loción de color amarillo transparente, con un leve

aroma a lavanda, presentó una consistencia fluida no pegajosa y no se observaron partículas suspendidas, siendo una formulación totalmente homogénea (ver figuras 27 y 28).



Figura 27. Formulación final de loción 1

Fuente: Imagen propia.

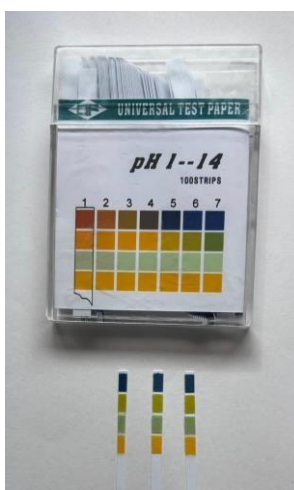


Figura 28. pH obtenido de loción 1

Fuente: Imagen propia.

A continuación, se describe la lista de componentes definitiva.(Ver tabla 10):

Tabla 10. Composición de los componentes utilizados en la formulación final de la Loción 1.

Componente	Composición
Permetrina 1%	1,25 g
Aceite esencial de <i>Lavándula angustifolia</i>	1,25 g
Alcohol 96°	75 mL
Propilenglicol	5 g
Polisorbato 80	25 g
Agua destilada	17,5 mL

4.2.1 Estabilidad

4.2.1.1 Caracteres organolépticos

A la formulación definitiva (prueba 2) de la loción 1 se le midieron los caracteres organolépticos (color, olor, consistencia, aspecto y textura) con solo simple observación visual y el uso de las manos. La medición de este parámetro se llevó a cabo al inicio (tiempo cero) y luego a los tres y seis meses, a continuación, se describen los resultados. (Ver tabla 11).

Tabla 11. Caracteres organolépticos de la loción 1.

Caracteres Organolépticos	Tiempo cero	Tres meses	Seis meses
Color	Amarillo transparente	Amarillo transparente	Amarillo transparente
Olor	Leve aroma a lavanda	Leve aroma a lavanda	Leve aroma a lavanda
Consistencia	Líquida	Líquida	Líquida
Aspecto	Homogéneo, transparente	Homogéneo, transparente	Homogéneo, transparente
Suave	Suave	Suave	Suave

4.2.1.2 pH

A la formulación definitiva (prueba a 2) de la loción 1 se le midió el pH por triplicado utilizando una tira reactiva y se obtuvo un promedio a partir de los resultados obtenidos. (Ver tabla 12).

Tabla 12. Resultados obtenidos de pH en la loción 1.

pH	Tiempo 0	3 meses	6 meses
1	6	6	6
2	6	5	5
3	6	6	6
Promedio	6	5,6	5,6

4.2.1.3 Densidad

Se midió la densidad de la formulación definitiva de la loción 1 (prueba 2) por triplicado, se tomaron 3 mL de muestra con una jeringa y se pesó su contenido en una balanza analítica. De esta forma se calculó mediante la relación masa/volumen, la densidad promedio de la formulación, los siguientes resultados fueron. (Ver tabla 13).

Tabla 13. Resultados obtenidos de densidad en la loción 1.

Densidad	Tiempo 0	3 meses	6 meses
1	3 g / 3 mL= 1 g/mL	3 g / 3 mL=1g/mL	2,9 g / 3 mL= 0,97 g/mL
2	2,9 g / 3 mL= 0,97 g/mL	3 g / 3 mL=1g/mL	2,9 g / 3 mL= 0,97 g/mL
3	2,9 g / 3 mL= 0,97 g/mL	3 g / 3 mL=1g/mL	2,8 g / 3 mL= 0,93 g/mL
Promedio	0,98 g / mL	1 g / mL	0,96 g / mL

4.3 Formulación de la loción 2

Prueba 1: aplicando la metodología de elaboración descrita en materiales y métodos se obtuvo una formulación que cumplía con todos los parámetros fisicoquímicos buscados. Se obtuvo una loción de color amarillo transparente, con un leve aroma a lavanda, presentó una consistencia fluida no pegajosa y no se observaron partículas suspendidas, siendo una formulación totalmente homogénea (ver figuras 29 y 30).

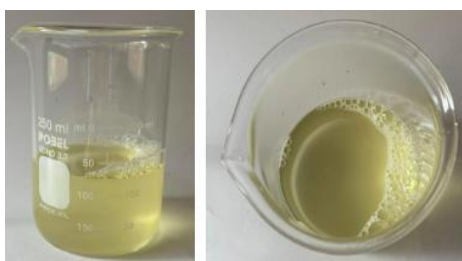


Figura 29: Formulación final de loción 2

Fuente: imagen propia.



Figura 30. pH obtenido de loción 2

Fuente: Imagen propia.

Con el fin de evitar el error ocurrido en la prueba 1 de la loción 1 se añadió el polisorbato 80 a la lista inicial de componentes para la correcta solubilización de los componentes. Debido a la ausencia de complicaciones, la primera prueba de esta loción se considera la formulación definitiva. A continuación, se describe la lista de componentes. (Ver tabla 14).

Tabla 14. Composición de los componentes utilizados en la formulación final de la Loción 2.

Componentes	Composición
Aceite esencial de <i>Melaleuca alternifolia</i> 2%	2,5 g
Tintura de <i>Quassia amara</i>	3,75 g
Alcohol 96°	31,25 mL
Propilenglicol	6,25 g
Polisorbato 80	12,5 g
Agua destilada	68,75 mL

4.3.1 Estabilidad

4.3.1.1 Caracteres organolépticos

Se midieron los caracteres organolépticos (color, olor, consistencia, aspecto y textura) con solo simple observación visual y el uso de las manos, la medición de este parámetro se llevó a cabo al inicio (tiempo cero) y luego a los tres y seis meses, a continuación, se describen los resultados. (Ver tabla 15).

Tabla 15. Caracteres organolépticos de la loción 2.

Caracteres Organolépticos	Tiempo cero	Tres meses	Seis meses
Color	Amarillo transparente	Amarillo transparente	Amarillo transparente
Olor	Leve aroma a lavanda	Leve aroma a lavanda	Leve aroma a lavanda
Consistencia	Líquida	Líquida	Líquida
Aspecto	Homogéneo, transparente	Homogéneo, transparente	Homogéneo, transparente
Textura	Suave	Suave	Suave

4.3.1.2 pH

Se midió el pH de la formulación de la loción 2 por triplicado utilizando una tira reactiva y se obtuvo un promedio a partir de los resultados obtenidos. (Ver tabla 16).

Tabla 16. Resultados obtenidos de pH en la loción 2.

pH	Tiempo 0	3 meses	6 meses
1	6	6	6
2	6	6	5
3	6	6	5
Promedio	6	6	5,3

4.3.1.3 Densidad

Se midió la densidad de la formulación de la loción por triplicado, se tomaron 3 mL de muestra con una jeringa y se pesó su contenido en una balanza analítica. De esta forma se calculó mediante la relación masa/volumen, la densidad promedio de la formulación, los siguientes resultados fueron. (Ver tabla 17).

Tabla 17. Resultados obtenidos de densidad en la loción 2.

Densidad	Tiempo 0	3 meses	6 meses
1	2,9 g / 3 mL= 0,97 g /mL	3 g / 3 mL= 1 g/mL	2,9 g / 3 mL= 0,97 g /mL
2	3 g / 3 mL = 1 g/mL	3 g / 3 mL= 1 g/mL	2,8 g / 3 mL= 0,93 g /mL
3	2,9 g / 3 mL= 0,97 g/mL	3 g / 3 mL= 1 g/mL	2,9 g / 3 mL= 0,97 g /mL
Promedio	0,98 g / mL	1 g / mL	0,96 g / mL

4. 4 Discusión

Las formulaciones obtenidas mostraron características organolépticas deseadas y resultados estables en el periodo de tiempo estudiado.

El champú con permetrina y aceite esencial de *Lavandula angustifolia* presentó características organolépticas adecuadas y un pH óptimo para el uso en el cuero cabelludo.

En las lociones, se observó inicialmente la dificultad de solubilizar la permetrina en la loción 1, este inconveniente fue corregido mediante la incorporación de un tensioactivo (polisorbato 80), permitiendo obtener un producto homogéneo y estable. La loción 2, elaborada con extractos vegetales (*Malelula alternifolia* y *Quassia amara*) mostró resultados satisfactorios desde la primera prueba.

5. CONCLUSIÓN

El presente trabajo permitió desarrollar y evaluar tres formulaciones (un champú y dos lociones) con componentes activos naturales y sintéticos, con la finalidad de que sean potencialmente útiles para tratar la infestación por piojos.

Los resultados obtenidos evidenciaron que las formulaciones alcanzaron parámetros fisicoquímicos (pH, densidad, y caracteres organolépticos) adecuados, manteniendo una correcta estabilidad a lo largo de 6 meses, la cual fue comprobada mediante la evaluación de los parámetros a tiempo cero, tres y seis meses. Además, se comprobó la viabilidad de combinar compuestos sintéticos con productos de origen natural en formulaciones cosméticas para el abordaje de la infestación por piojos.

Concluimos que los resultados obtenidos durante estos seis meses demostraron la factibilidad de desarrollar formulaciones estables y seguras a partir de la combinación de principios activos naturales y sintéticos, constituyendo una alternativa prometedora para el tratamiento de la infestación por piojos. Asimismo, el trabajo abre la posibilidad de futuras investigaciones orientadas a evaluar la eficacia clínica y la aceptación por parte de los consumidores.

6. BIBLIOGRAFÍA

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2024). Disposición 4159/2023.

Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT). (2022). Disposición 7809/2022.

ARAUCARIA G.S.C.; ALFARO A.N.; SANDOVAL- TRESS C. Estructura molecular y desarrollo del pelo. Dermatología CMQ, 2010, vol. 8, no 1, p.54-61.

BERNAT P.M. Actualización de *Pediculus humanus capitis*. Revista Medicina de la familia, 2019, vol. 45, no 2, p.128-133.

BROPHY J.J.; [et al.]. Gas chromatographic quality control for oil of Melaleuca terpinen-4-ol type (Australian tea tree). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1989, vol. 37, no 5, p. 1330 - 1335.

CARSON C.F.; HAMMER K.A.; RILEY T.V. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: A Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties. Clinical Microbiology Reviews, 2006, vol. 19, no 1, p. 50-62.

CASTAÑEDA G.P.; LÓPEZ C.S. El pelo: generalidades y enfermedades más comunes. Revista de la Facultad de Medicina, 2018, vol. 61, no 3, p. 48-54.

FERRARA P.; [et al.] Efficacy and Safety of Dimethicone in the Treatment of Lice Infestation through Prophylaxis of Classmates. Iranian Journal of Public Health, 2013, vol. 42, no 7, p.700-706.

GRANADOS M.P.M. Histología del folículo piloso y su importancia para la medicina regenerativa. Morfología, 2017, vol. 9, no 1, p.46-54.

HERRANZ J.B.; ABAD I.E. Pediculosis de la cabeza. Revista Pediatría Atención Primaria, 2008, vol. 10, no 38, p. 75-96.

HEUKELBACH J.; [et al.] High efficacy of a dimeticone-based pediculicide following a brief application: in vitro assays and randomized controlled investigator-blinded clinical trial. BMC Dermatology, 2019, vol.19, no 1, p.1-14.

HOOVER E.; ALHAJJ M.; FLORES J.L. Physiology, Hair. Treasure Island, Florida. 2025.

LOPEZ NARANJO.; [et al.] Métodos de extracción e identificación de los bioactivos de *Lavandula officinalis* y su potencial como uso agente sedante. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 2013, vol. 44, no 1, p. 60 - 65.

LÓPEZ S.J.A.; PÉREZ S.J. Etnofarmacología y actividad biológica de *Quassia amara* (Simaroubaceae): Estado de la cuestión Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 2008, vol.7, no 5, p. 234-246.

MADURGA M.S. El papel de la cosmética: excipientes y conservantes. Revista Pediatría Atención Primaria, 2009, vol. 11, no 15, p. 81-100.

MEISTER L.; OCHSENDORF F. Head Lice. Deutsches Arzteblatt International, 2016, vol. 113, no 45, p. 763-722.

MOHAMMED Z.Q.; AL-QAZWINI Y. M. Study of the efficiency of the volatile oils of *Lavandula angustifolia* and *Salvia officinalis* plants in controlling the human head lice parasite *Pediculus humanus capitis*. International Journal of Health Sciences, 2022, vol. 6, no 9, p. 203-210.

MUGUERCIA R.J.L.; [et al.] Formulario dermatológico básico para el médico de la familia. Revista Cubana de Medicina General Integral, 1997, vol. 13, no 5, p. 422 - 428.

SALOMON A. WUBSHET T.; JULIAK C.; CHRISTINE F. Antiparasitic Activity of Tea Tree Oil (TTO) and Its Components against Medically Important Ectoparasites. A Systematic Review Pharmaceutics, 2022, vol. 14, no 8, p.1-8.

SANGARE A.K.; DOUMBO O.K.; RAOULT D. Management and Treatment of Human Lice. BioMed Research International, 2016, vol. 2016, no 1, p. 1-12.

VESGA M. C.; VILLAFANE S. A. 10 cosas que se deben considerar sobre el packaging (para emprendedores): El empaque, más que un vendedor silencioso. Revista Oblicua, 2017, vol. 11, no 1, p. 7-17.

YANG J. Cosméticos para el cuidado del cabello. En: Ciencia y Tecnología Cosmética. Sakamoto K., Lochhead R.Y., Maibach H.I. (Eds.). Ediciones Elsevier, Kobe, Japón. 2017, p. 601- 615.

