

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**  
**Programa Macro de Investigación**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental:  
Pruebas comparativas con diferentes extractos naturales como irrigantes de  
conductos radiculares**

**Investigadora principal:**

Dra. Natalia Ballester Barquero

**Colaboradoras asociadas:**

Dra. Eugenia Madrigal Gutiérrez

Dra. Rosaura Romero Chacón

Dra. María del Mar Gamboa Coronado

**Sustentante del Seminario de Graduación**

Ashley Calderón Morera

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes

San José, Costa Rica

2017

**HOJA DE APROBACIÓN MEMORIA**  
**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

Nombre del Proyecto:

**Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental**

Subtema:

**Pruebas comparativas con diferentes extractos naturales como irrigantes de conductos radiculares**

Sustentante:

Fecha: 06/12/2017

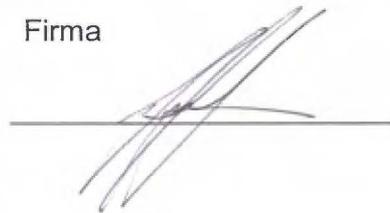
Nombre

Carné

Firma

Ashley Calderón Morera

B21226

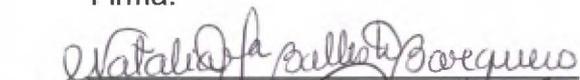


Miembros del Tribunal

Nombre:

Firma:

Natalia Ballesteros Barquero



Jatiana Vargas



Carlos E. Filloy



## Dedicatoria

En primer lugar, a Dios y a la Virgen que me sostienen en sus brazos amorosos día tras día llenándome de bendiciones y que me han dado la fuerza para culminar con éxito mi licenciatura en Odontología.

A mi familia, que son mi tesoro más grande, porque han estado incondicionalmente para mí en los momentos más felices y en los no tan felices, por siempre creer en mí y motivarme para formarme como la mejor persona y profesional que deseo ser. Porque mami ha sido mi mayor ejemplo de lucha y trabajo, papi mi mejor ejemplo de humildad y paciencia, D'ya mi inspiración para saber que, lo que cuesta más se quiere y, por eso, no hay que rendirse; y Steph mi admiración por su amor sincero y desinteresado y esas ganas de vivir la vida segundo a segundo. Este título es de ustedes amores de mi vida ¡GRACIAS! ¡LOS AMO CON TODO MI SER!

A mi novio; mi mejor amigo, que siempre ha estado para escucharme, apoyarme y alentarme, por creer en mí cuando yo lo he dejado de hacer y estar a mi lado en cada momento brindándome su amor y comprensión. Primer logro de muchos juntos; ¡Te Amo!

Finalmente, a todo el personal de la Facultad, ya que sin ustedes el proceso no hubiese sido tan llevadero y ameno. Los llevaré siempre en el corazón.

## **Reconocimientos**

A las doctoras Natalia Ballester Barquero y Eugenia Madrigal Gutiérrez por toda su guía, ayuda, paciencia y apoyo durante el proceso de investigación.

A la doctora Rosaura Romero Chacón y al personal del CIPRONA por el trato y la atención tan amablemente brindada para realizar la extracción de los aceites esenciales de las plantas estudiadas.

A la doctora. María del Mar Gamboa Coronado por toda su disposición y colaboración, y al personal del Laboratorio de Investigación en Bacteriología Anaerobia de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica por su ayuda para realizar las pruebas *in vitro*.

## Carta de la filóloga

---

---

*Xinia Segura Portuguez*  
*Filología Española, UCR*  
*Tels. 2245-1705 / 8314-7797*  
*xsegurap@yahoo.com*

### A QUIEN CORRESPONDA

La suscrita filóloga, carné N.º 46315 de afiliación al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filología, Filosofía, Ciencias y Artes, hago constar que revisé y corregí la redacción, ortografía, estilo y todo tipo de error de lenguaje de la Memoria de Seminario **«Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental: Pruebas comparativas con diferentes extractos naturales como irrigantes de conductos radiculares»**, elaborado por *Ashley Calderón Morera* para optar por el grado académico de licenciatura en Odontología.\*\*\*\*\*

Extiendo la presente en San José a los cuatro días del mes de noviembre del año dos mil diecisiete.\*\*\*\*\*

Licda. Xinia Segura Portuguez

## Tabla de contenido

	Página
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1.1 Justificación</b>	2
<b>1.2 Planteamiento</b>	4
<b>1.3 Objetivos del estudio</b>	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	6
<b>1.4 Antecedentes</b>	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b>	8
<b>2.1 Tejido pulpar y periodonto</b>	9
<b>2.2 Lesión pulpar y periapical</b>	9
<b>2.3 Etiología de las lesiones pulpares y periapicales</b>	11
<b>2.4 Microorganismos patógenos asociados a las patologías endodónticas</b>	12
2.4.1 <i>Peptostreptococcus micros</i>	12
2.4.2 <i>Fusobacterium nucleatum</i>	13
2.4.3 <i>Prevotella intermedia</i>	14
<b>2.5 Soluciones irrigantes</b>	14
<b>2.6 Aceites esenciales</b>	15
<b>2.7 Planta medicinal en estudio: jengibre</b>	16
2.7.1 Generalidades del jengibre	16
2.7.1.1 Taxonomía del jengibre	16
2.7.1.2 Origen del jengibre	16
2.7.1.3 Historia del jengibre	16
2.7.1.4 Características del jengibre	17
2.7.1.5 Propiedades y beneficios del jengibre	19
2.7.1.6 Efectos adversos y contraindicaciones del jengibre	20

2.7.1.7 Evidencia científica de la actividad antimicrobiana del jengibre	21
2.7.1.8 Principales componentes del aceite esencial de jengibre	22
<b>2.8 Planta medicinal en estudio: ruda</b>	<b>22</b>
2.8.1 Generalidades de la ruda	22
2.8.1.1 Taxonomía de la ruda	
2.8.1.2 Origen y hábitat de la ruda	23
2.8.1.3 Historia de la ruda	23
2.8.1.4 Características de la ruda	24
2.8.1.5 Principales componentes del aceite esencial de ruda	25
2.8.1.6 Propiedades y usos de la ruda	26
2.8.1.7 Toxicología de la ruda	29
2.8.1.8 Contraindicaciones de la ruda	29
<b>CAPÍTULO III MÉTODOS DE TRABAJO</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Obtención de extractos</b>	<b>32</b>
3.1.1 Extracción del aceite esencial de jengibre	32
3.1.2 Extracción del aceite esencial de ruda	34
<b>3.2 Proceso microbiológico</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV DESARROLLO</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Resultados</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Discusión</b>	<b>39</b>
<b>4.3 Conclusiones</b>	<b>41</b>
<b>4.4 Recomendaciones</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO V PARTE FINAL</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Cronograma de actividades del seminario</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Factores facilitadores / obstáculos y dificultades</b>	<b>49</b>
<b>5.3 Bitácora</b>	<b>50</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>53</b>
<b>Apéndices</b>	<b>61</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Halo inhibitorio de los aceites esenciales de jengibre y ruda vs. halo inhibitorio de NaClO 4 %. San José, Costa Rica. Setiembre 2017.	62
<b>Figura 2.</b> Halo inhibitorio del aceite esencial de jengibre a diferentes concentraciones vs. halo inhibitorio de NaClO 4 %. San José, Costa Rica. Setiembre 2017.	63
<b>Figura 3.</b> Halo inhibitorio del aceite esencial de ruda a diferentes concentraciones vs. halo inhibitorio de NaClO 4 %. San José, Costa Rica. Setiembre 2017.	64
<b>Figura 4.</b> 620 gramos de jengibre utilizados para la extracción del aceite esencial.	65
<b>Figura 5.</b> Licuado de 620 g de jengibre con 3 L de agua destilada en el balón colocado en el baño de glicerina listo para iniciar el proceso de destilación.	66
<b>Figura 6.</b> 500 g de partes aéreas de ruda utilizados para la extracción de su aceite esencial.	67
<b>Figura 7.</b> Equipo de licuado para la trituración y mezcla de la ruda con agua destilada.	68
<b>Figura 8.</b> Balón con mezcla de 500 g de ruda y 4 L de agua destilada.	69
<b>Figura 9.</b> Sistema de calentamiento de glicerina, conocido como «baño maría».	70

<b>Figura 10.</b> Equipo de destilación de arrastre por vapor de agua.	71
<b>Figura 11.</b> Condensador que permite el enfriamiento de la mezcla.	72
<b>Figura 12.</b> Aceite esencial de jengibre extraído (2 mL).	73
<b>Figura 13.</b> Aceite esencial de ruda extraído (1 mL).	74
<b>Figura 14.</b> Frasco de vidrio donde se almacenó la muestra.	75
<b>Figura 15.</b> Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de <i>Fusobacteria</i> , <i>Peptoestreptococos</i> y <i>Prevotella</i> (de izquierda a derecha) y las sustancias control NaClO 4 % y agua.	76
<b>Figura 16.</b> Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de <i>Fusobacteria</i> , <i>Peptoestreptococos</i> y <i>Prevotella</i> (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de jengibre puro.	77
<b>Figura 17.</b> Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de <i>Fusobacteria</i> , <i>Peptoestreptococos</i> y <i>Prevotella</i> (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de ruda puro.	78
<b>Figura 18.</b> Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de <i>Fusobacteria</i> , <i>Peptoestreptococos</i> y <i>Prevotella</i> (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de jengibre en diferentes concentraciones.	79
<b>Figura 19.</b> Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de <i>Fusobacteria</i> , <i>Peptoestreptococos</i> y <i>Prevotella</i> (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de ruda en diferentes concentraciones.	80

## Lista de abreviaturas

ADN	Ácido desoxirribonucleico
CIPRONA	Centro de Investigaciones en Productos Naturales
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>E. faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>F. nucleatum</i>	<i>Fusobacterium nucleatum</i>
H <sub>2</sub>	Hidrógeno
Ig.	Inmunoglobulina
<i>K. pneumoniae</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
LIBA	Laboratorio de Investigación en Bacteriología Anaerobia
N <sub>2</sub>	Nitrógeno
NaClO	Hipoclorito de sodio
<i>P. intermedia</i>	<i>Prevotella intermedia</i>
<i>P. micros</i>	<i>Peptostreptococcus micros</i>
<i>R. graveolens</i>	<i>Ruta graveolens</i>
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>S. mutans</i>	<i>Streptococcus mutans</i>
UCR	Universidad de Costa Rica

## Resumen

En la cavidad bucodental existen bacterias que por medio de diferentes estímulos pueden llegar a provocar lesiones pulpares. Una lesión pulpar se presenta cuando se establece una infección microbiana en el sistema de conductos radiculares y para desinfectar se debe realizar el tratamiento endodóntico, con instrumentación e irrigación constante. La solución irrigante debe poseer excelentes propiedades para lograr una correcta limpieza; el hipoclorito de sodio (NaClO) ha demostrado tener esas propiedades, sin embargo, también es conocida su alta toxicidad tisular. Con el afán de sustituir el NaClO, se han realizado estudios utilizando extractos de plantas medicinales, ya que se consideran como una fuente potencial de nuevas drogas quimioterapéuticas debido a su contenido de fitoquímicos. El objetivo de esta investigación fue determinar la acción antibacteriana de los aceites esenciales del jengibre y de la ruda contra las bacterias anaerobias *Fusobacterium nucleatum*, *Peptostreptococcus micros* y *Prevotella intermedia*. Con ayuda del CIPRONA se obtuvieron los aceites esenciales de cada planta y las bacterias fueron incubadas con las respectivas sustancias a estudiar en el LIBA. Finalizada la incubación, se realizó la lectura y medición de los halos inhibitorios de cada placa. Se obtuvo que el aceite esencial de jengibre posee mayor actividad antimicrobiana que la sustancia control (NaClO 4 %) ante *P. intermedia*; sin embargo, para las cepas de *F. nucleatum* y *P. micros*, presentó halo inhibitorio de menor diámetro al desarrollado por el NaClO. Por su parte, los halos inhibitorios desarrollados por el aceite esencial de ruda fueron insuficientes para ser tomado en cuenta.

**Palabras clave:** Hipoclorito de sodio, *Fusobacterium nucleatum*, *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia*, *Ruta graveolens* L., *Zingiber officinale*

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Justificación

Es de conocimiento general que la cavidad bucodental se encuentra colmada de microorganismos. El feto humano es normalmente estéril dentro de la matriz de la madre, pero cuando se encuentra en el canal de parto adquiere una microbiota oral indígena; sin embargo, es hasta que las grietas gingivales aparecen e inicia la erupción de los dientes que la cavidad bucal es colonizada por especies bacterianas anaerobias (1).

Estas bacterias, por medio de diferentes estímulos, pueden llegar a provocar lesiones pulpares o periapicales (2). En cuanto a la enfermedad pulpar, existen microorganismos propios de esta como *Fusobacterium*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Treponema*, *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*, *Actinomyces* y *Streptococcus* (3).

En la mayoría de los casos, las lesiones periapicales se encuentran antecedidas por lesiones pulpares. Cuando se establece una infección microbiana en el sistema de conductos radiculares se debe realizar el tratamiento endodóntico, el cual tiene como objetivo prevenir o tratar la periodontitis apical mediante la eliminación de las bacterias que provocan dicha infección (4).

La sola instrumentación del sistema de canales radiculares es insuficiente para la remoción del tejido pulpar remanente, de los microorganismos y de las toxinas bacterianas. Se requiere una irrigación constante para alcanzar la correcta limpieza del conducto. La sustancia irrigante debe ser una solución que posea excelentes propiedades tales como la actividad contra un gran número de patógenos endodónticos

(considerados como los principales causantes de la enfermedad pulpar y periapical) y también, la capacidad para disolver tejido orgánico (4).

El irrigante que cumple con las características mencionadas es el hipoclorito de sodio, el cual tiene la capacidad de ser efectivo contra todo tipo de células, excepto contra las hiperqueratinizadas. Además produce lubricación, remoción de la capa de colágeno, deshidratación de la dentina y actúa como agente blanqueador y desodorizante (4). Su aparición en el área odontológica fue en el año 1792 y desde ahí ha sido el preferido sobre otros (5).

A pesar de las buenas propiedades del NaClO, existe gran controversia en cuanto a su uso en endodoncia, puesto que también se conoce su alta toxicidad para los tejidos, ya que causa hemólisis, úlceras, migración de los neutrófilos, destrucción de células endoteliales y fibroblastos, y necrosis en todos los tejidos, excepto en epitelios muy queratinizados. Dicha citotoxicidad se debe, principalmente, a que es un agente oxidante no específico que favorece la rápida oxidación de las proteínas y la destrucción de las membranas lipídicas celulares (6).

Por la razón anterior se han estudiado muchas soluciones en el intento de sustituir el NaClO, siendo todo un reto (7). Los estudios en los que se utilizan extractos de plantas medicinales han ido en aumento, ya que estas se consideran una fuente potencial de nuevas drogas quimioterapéuticas, debido a su contenido de fitoquímicos; sin embargo, sus propiedades y aplicaciones siguen en investigación (8).

## 1.2 Planteamiento

El principal obstáculo se presenta al desinfectar el sistema de conductos radiculares y eliminar las principales bacterias conocidas en estos (*Fusobacterium*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Treponema*, *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*, *Actinomyces* y *Streptococcus*), ya que el NaClO utilizado como irrigante posee una alta toxicidad para los tejidos (6).

Al utilizar el hipoclorito de sodio en el tratamiento endodóntico se recomiendan ciertas acciones para evitar un accidente por el uso de la sustancia tales como realizar una correcta técnica de instrumentación, cuidar la profundidad hasta donde se introduce la aguja, conocer el estado de la constricción apical, trabajar con aislamiento absoluto y tener presente, por medio de radiografía, la anatomía de la pieza (6).

Los eventos adversos por hipoclorito sódico no son muy frecuentes, aunque cuando suceden provocan cuadros muy dolorosos para el paciente (6). Por lo anterior, se han estudiado muchas soluciones en el intento de sustituir el NaClO (7).

Plantas como el jengibre y la ruda han demostrado acción antibacteriana, según el estudio «Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre» realizado en el 2001. El jengibre puede ejercer una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos como el *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus faecalis* (enterococos) (9).

En el estudio comparativo realizado por Rojas *et al.* en el 2011 se menciona la actividad bacteriana del aceite esencial de la ruda contra *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* y *Listeria monocytogenes* (10).

Igualmente se investigó la actividad antibacteriana del aceite esencial de *R. graveolens*, el cual presentó un amplio halo de inhibición (zona donde se inhibe el crecimiento de la bacteria en estudio a partir de un pozo creado en un medio agar para que sea colocada la sustancia antibacteriana por estudiar) (11) del crecimiento tanto para bacterias Gram positivas (*S. aureus* y *E. faecalis*) como Gram negativas (*E. coli* y *K. pneumoniae*) (10).

En consecuencia, se hace necesario investigar si es posible que los aceites esenciales del jengibre y de la ruda sean agentes antimicrobianos contra las bacterias *Peptostreptococcus micros*, *Fusobacterium nucleatum* y *Prevotella intermedia* y, por consiguiente, utilizarlos como irrigantes de conductos radiculares.

### **1.3 Objetivos del estudio**

#### 1.3.1 Objetivo general

Determinar la acción antibacteriana de los aceites esenciales del jengibre y de la ruda respecto a la acción antibacteriana del hipoclorito de sodio al 4 % contra las bacterias *Peptostreptococcus micros*, *Fusobacterium nucleatum* y *Prevotella intermedia* para la desinfección de conductos radiculares.

### 1.3.2 Objetivos específicos

1.3.2.1 Estudiar las características de tres bacterias anaerobias presentes en la cavidad bucal para evidenciar su participación en los procesos infecciosos dentales.

1.3.2.2 Analizar las características principales del jengibre y la ruda para conocer si poseen propiedades medicinales que les permitan utilizarse como irrigantes en el tratamiento endodóntico.

1.3.2.3 Ejecutar la extracción de los aceites esenciales del jengibre y esencial de la ruda para realizar las pruebas *in vitro* en cultivos de *Peptoestreptococos micros*, *Fusobacteria nucleatum* y *Prevotella intermedia*.

1.3.2.4 Comparar la capacidad antibacteriana de los aceites esenciales del jengibre y de la ruda a diferentes concentraciones con la del hipoclorito de sodio al 4% para determinar si los dos primeros podrían ser utilizados en lugar del NaClO 4%.

## 1.4 Antecedentes

En la Universidad de Costa Rica se han realizado distintas investigaciones con plantas que poseen propiedades medicinales, según la cultura popular costarricense. En cuanto a desinfectantes, en la primera etapa realizada en el año 2012, se estudiaron las plantas de juanilama y de guísaro, las cuales no reportaron actividad antimicrobiana (12).

En el año 2013 se llevó a cabo la segunda etapa de la investigación con las plantas de té negro y ajo, estas demostraron no poseer suficiente actividad antimicrobiana contra el *S. mutans* (13). La tercera etapa, en el 2014, estudió las plantas de hombre grande, ruda y piña donde las dos primeras mostraron mínima actividad antimicrobiana y la piña no mostró acción contra el *S. mutans* (14).

En el año 2015 se estudiaron la macadamia y el tomillo; en la cuarta etapa, la macadamia no mostró actividad contra el *S. mutans*, sin embargo, el tomillo sí presentó inhibición microbiana (15). En la quinta etapa efectuada en el 2016, del jengibre y la pimienta negra solo el primero mostró actividad contra el *S. mutans* (16).

Por otra parte, en el año 2016 se realizó un estudio con tomillo y ciprés para observar su actividad antimicrobiana específicamente contra bacterias anaerobias. Este estudio arrojó resultados positivos en cuanto a que los dos revelaron actividad antimicrobiana, sin embargo, esta no fue mayor que la que presentó el hipoclorito de sodio (17).

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Tejido pulpar y periodonto**

La pulpa es un tejido de origen mesenquimatoso (tejido primitivo o embrionario del que derivan gran parte de tejidos orgánicos), se encuentra inervada y vascularizada. Se ubica en el diente rodeada de dentina y esmalte, es un órgano sensorial único y posee potencial de regeneración y reparación. Está formada por un 75 % de agua y un 25 % de materia orgánica (células y matriz extracelular) (18).

El término periodonto proviene del latín *peri*, alrededor y del griego *odonto*, diente; definiéndolo como tejidos de soporte y revestimiento del diente. Este comprende encía, ligamento periodontal, cemento y hueso alveolar (19).

## **2.2 Lesión pulpar y periapical**

La lesión pulpar se da ante las injurias de diferentes etiologías y es una inflamación desarrollada en el paquete vásculo-nervioso como medio de defensa (pulpitis). Si no se elimina el estímulo, el mecanismo inflamatorio continúa destruyendo la pulpa y así las pulpitis ya constituidas serán reversibles o irreversibles. En el peor de los casos, puede ocurrir una necrosis pulpar. Esto se refiere a la muerte del tejido pulpar, las células presentes en él dejan de recibir inervación y vascularización (2).

Las lesiones periapicales son las patologías más frecuentes encontradas en el hueso alveolar, debido a la necrosis del tejido pulpar. El tratamiento consiste en la eliminación de los agentes infecciosos mediante la remoción del tejido pulpar del canal radicular, permitiendo cicatrizar la lesión (20).

El diente y sus estructuras de soporte constituyen una unidad biológica, las interacciones entre dichas estructuras se influyen mutuamente en salud, función y enfermedad, por lo que no es posible hablar de tejidos periodontales y pulpares como entidades independientes. El periodonto está anatómicamente interrelacionado con la pulpa dental (21).

Debido a que existen diferentes vías de comunicación entre la pulpa y el periodonto como foramen apical, conductos laterales, conductos secundarios, conductos accesorios y los túbulos dentinarios, se pueden presentar lesiones en el nivel periodontal (21).

Las lesiones resultantes de la interacción entre la enfermedad pulpar y periodontal son conocidas como lesiones endoperiodontales, término usado por primera vez en 1964, propuesto por Simring y Goldberg. Estas lesiones endoperiodontales tienen características inflamatorias que comprometen simultáneamente la pulpa y las estructuras periodontales de inserción (21).

Por la estrecha relación que existe entre el periodonto y la pulpa, en muchas ocasiones se dificulta el diagnóstico diferencial de las lesiones que tienen lugar en ambos. Si el proceso inflamatorio de los tejidos periodontales es el resultado de los agentes nocivos presentes en el sistema de conductos del diente se habla de una lesión endodóntica que suele estar confinada en la zona apical (21).

Si el proceso inflamatorio en los tejidos periodontales es debido a la acumulación de biofilme dental en las superficies dentarias externas, se trata de una lesión

periodontal que suele manifestarse más en el nivel marginal. Si el diente se encuentra afectado por ambas lesiones se le clasificará como una lesión endoperiodontal verdadera (21).

### **2.3 Etiología de lesiones pulpares y periapicales**

Cuando la pulpa se ve afectada (inflamada o necrótica) puede ser por diferentes razones, algunas de ellas son:

Infecciones producidas por microorganismos anaerobios y bacterias Gram negativas. Esta infección puede llegar a la pulpa por medio de la corona (debido a caries, fisuras profundas, presencia de fracturas o de defectos estructurales) o por la raíz (por caries cervicales o bolsas periodontales), traumatismos agudos como luxaciones, fisuras y fracturas, traumatismos crónicos como el bruxismo y la abrasión, o iatrogénicos como los movimientos de ortodoncia (22).

Preparación de cavidades o tallado dental, cambios bruscos de temperatura (ya sea calor o frío), electrogalvanismo (la presencia de restauraciones con distintos metales puede producir descargas eléctricas con la consiguiente afectación de la pulpa), fisiológicas (ocurren con el envejecimiento) e idiopáticas (en ellas no se encuentra causa conocida) (22).

Por otra parte, entre las principales causas de las lesiones periapicales se pueden hallar:

Traumatismos dentarios que afectan corona o raíz, alteraciones oclusales como bruxismo, sobrecarga oclusal y maloclusión dental, patología pulpar en forma de pulpitis

o necrosis e iatrogenia; por sobreinstrumentación y sobreobturación en los tratamientos de conductos radiculares (22).

## **2.4 Microorganismos patógenos asociados a las patologías endodónticas**

La actividad de los microorganismos y sus productos metabólicos han sido reportados como parte importante de la etiología de lesiones pulpares y periapicales. Estas pueden conducir a reacciones inflamatorias y necrosis pulpar.

Las infecciones de los canales radiculares pueden ser causadas por una combinación de microorganismos (8).

Para que una bacteria sea capaz de generar una infección debe poseer características que le permitan establecerse en los tejidos y vencer las defensas propias del cuerpo. Esas particularidades son conocidas como factores de virulencia, los cuales son una serie de propiedades que les permiten a las bacterias introducirse en un tejido, generar una afección y determinar el grado o gravedad de esta (23).

No es fácil enumerar y describir los microorganismos que pueden provocar lesiones en el nivel pulpar y periapical (23), sin embargo, en el presente estudio se analizan tres bacterias patógenas: *Peptoestreptococcus micros*, *Fusobacterias nucleatum* y *Prevotella intermedia*.

### **2.4.1 *Peptostreptococcus micros***

Son cocos gram positivos, anaeróbicos estrictos, muy similares estructuralmente al género *Streptococcus* (cocos de cadena larga), pero son más pequeños y

asacarolíticos (no utilizan carbohidratos para su supervivencia) (23)(24). Se dice que su hábitat natural es la cavidad bucodental, aunque se puede encontrar en otras zonas del cuerpo, se aísla con mayor frecuencia en pacientes con periodontitis y por esto se ha implicado como un patógeno periodontal (25).

Este coco se observa con frecuencia en lesiones periodontales destructivas y en lesiones periodontales activas, pero es escaso en sitios sanos. Adicionalmente, el número de estos cocos disminuye significativamente cuando se logra curar las lesiones (23).

#### 2.4.2 *Fusobacterium nucleatum*

Es un bacilo grande, fusiforme, Gram negativo, fimbriado, anaeróbico estricto, inmóvil, no fermentador, no capsulado y se localiza principalmente en el surco gingival debido a su característica sensibilidad al oxígeno (23). La producción de ácido butírico como principal producto metabólico permite diferenciarlo de bacterias como las *Prevotellas* y las *Porphyromonas* (26).

De las subespecies del género *Fusobacterium*, el *F. nucleatum* es muy frecuente en la periodontitis. Su virulencia se debe a sus componentes estructurales, sus polisacáridos se consideran endotoxinas que poseen actividad biológica como mortogenicidad y actividad policlonal de las células B, inducción de la reabsorción ósea y la producción de interleuquinas por los macrófagos (27).

### 2.4.3 *Prevotella intermedia*

Es un cocobacilo pleomórfico, Gram negativo, anaerobio estricto, capsulado, fimbriado, sensible a la sal biliar y moderadamente fermentativo (23). Es exigente en cuanto a vitamina K, hemina y sangre para su crecimiento y presenta resistencia a la vancomicina (27).

Puede producir un pigmento negro en agar sangre y como factores de virulencia poseen endotoxinas, cápsula, fimbrias, producen adhesinas, complementasas, IgGasa, IgAasa, e IgMasa, que son inmunoglobulinasas, es decir, proteasas. También producen factores supresores de linfocitos B, de fibroblastos y otro factor con acción fibrinolítica (23).

## **2.5 Soluciones irrigantes**

Son soluciones que poseen propiedades tales como: efecto antimicrobiano, biocompatibilidad y capacidad para diluir tejidos. Se utilizan con el fin de lograr un nivel satisfactorio de limpieza dentro del canal radicular (8).

El hipoclorito de sodio es reconocido por presentar unas sobresalientes propiedades desinfectantes (8); posee acción disolutiva de tejidos y un gran potencial bactericida, que se pueden modificar por concentración, temperatura y pH de la disolución (7), por esta razón, es el irrigante elegido para desinfectar los conductos radiculares.

El NaClO es un compuesto químico resultante de la mezcla de cloro, hidróxido de sodio y agua. Sus acciones operan mediante tres mecanismos: la saponificación, en el que actúa como un solvente orgánico que degrada los ácidos grasos hacia sales ácidas grasas (jabón) y glicerol (alcohol), y la neutralización formando agua y sal mediante la neutralización de aminoácidos y la cloraminación, donde la reacción entre el cloro y el grupo amino forma cloraminas que interfieren en el metabolismo celular (7).

Sin embargo, su acción no es prolongada (7) y es altamente irritable para los tejidos periapicales y la mucosa oral (8).

## **2.6 Aceites esenciales**

Los aceites esenciales y los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios, aislados de las plantas, que cubren un amplio espectro de efectos farmacológicos mostrando diversas propiedades biológicas (28).

Son sustancias odoríferas de naturaleza oleosa encontradas prácticamente en todos los vegetales. Son muy numerosos y están ampliamente distribuidos en distintas partes del mismo vegetal: en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos (28).

Estos aceites esenciales son componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactonas; todos ellos fácilmente separables ya sean por métodos químicos o físicos como la destilación, refrigeración, centrifugación, entre otros procesos (9).

## 2.7 Planta medicinal en estudio: jengibre

### 2.7.1 Generalidades del jengibre

#### 2.7.1.1 Taxonomía del jengibre (29)(30)

- Nombre científico: *Zingiber officinale*
- Clase: monocotiledónea
- Orden: *zingiberales*
- Familia: *zingiberaceae*
- Género: *zingiber*
- Especie: *officinale*
- Reino: vegetal

#### 2.7.1.2 Origen del jengibre

El jengibre o Kion (*Zingiber officinale*) es una raíz originaria del suroeste asiático, específicamente de China y parte de la India, que se esparció por el sureste de Asia, el oeste de África y el Caribe (31)(32).

#### 2.7.1.3 Historia del jengibre

El emperador Shennong (también conocido como el emperador Yang) fue uno de los principales personajes de la mitología china. Se considera que vivió hace unos 5 000 años y fue uno de los primeros en transmitir la práctica de la agricultura y el uso de miles de plantas para beneficio de la salud (33).

Se sabe que él solía cultivar y al mismo tiempo probar cientos de plantas tanto medicinales como las venenosas. Fue uno de los primeros en plantear el uso del té y, también, redactó la primera compilación del *Clásico de las raíces y hierbas del Divino Granjero*, en donde se ordenan las hierbas descubiertas por él según su tipo y su rareza. Es en este texto que se destaca por primera vez al jengibre (33).

El nombre original *sringavera* es un vocablo sánscrito, que significa «en forma de cuerno»; luego pasó al persa como *dzungebir* y al griego como *dzigibris*; en latín se convirtió en *zingiber* y en español se le conoce como jengibre (33).

El jengibre no fue solo exclusivo del Asia, una vez llegado a Europa lo usaron los griegos y romanos; y con la caída del Imperio, los árabes se encargaron de su comercialización.

El jengibre es una de las plantas más populares de la medicina tradicional china y se conoce como *Jiang*, que significa «defender». Por tanto, se considera como una planta para defender el cuerpo del frío y la humedad (33).

#### 2.7.1.4 Características del jengibre

Es una planta perenne tuberosa que nace de un rizoma subterráneo y que forma pseudotallos con una altura entre los 50 cm y 100 cm (30).

La presencia del gingerol (sustancia relacionada estructuralmente con la capsaicina y la piperina), de resinas y de aceites aromáticos le confiere un fuerte aroma y su coloración es verde pálido (31).

La parte de la planta que más se utiliza son sus rizomas. En el contenido de estos rizomas destaca la presencia de hierro, fósforo y ácido ascórbico (30). Las raíces viejas y secas tienen un sabor más fuerte; en Occidente normalmente solo se comercializan las raíces jóvenes y frescas, mientras que las viejas y secas se encuentran con más facilidad en China (31).

Para su cultivo necesita mucho sol y también gran humedad. Requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, aunque si se tiene un terreno arenoso también prospera, pero deben estar bien drenados. Se cultiva en la mayor parte de las regiones intertropicales del globo; los principales países productores son la India, Sri Lanka, China continental, Jamaica, Nigeria, Brasil, entre otros (31).

En Costa Rica el lugar más conocido por su cultivo es la Zona Norte, de igual manera en el 2004 se inició el cultivo en la zona Brunca y ha ido en aumento. En los cantones de Pérez Zeledón (provincia de San José) y de Buenos Aires (Puntarenas) desde el 2006 se cultiva en mayor cantidad (31). Por ser una planta de origen tropical, se adapta a temperaturas entre los 25 °C y 30 °C y a precipitaciones que alcancen anualmente entre 2 000 y 4 000 mm (30).

En el cultivo del jengibre, para preparar el suelo es importante arar y hacer dos pasadas con rastra, por eso se necesita un terreno que facilite la mecanización (30). La propagación del jengibre es vegetativa, ya que casi nunca produce semilla; los rizomas (utilizados como semilla) deben estar sanos y tener de tres a cuatro brotes con un peso promedio de 50 gramos (30).

El tratamiento que se le da a la semilla antes de sembrarla es: eliminar el material podrido, sumergirla en solución compuesta por fungicida bactericida y cicatrizante; después de haberla tratado, dejarla orear a la sombra y, luego de 2 días, se procede a sembrarla. La distancia de siembra más común es 1.20 metros entre surco por 0.40 metros entre plantas (30).

La cosecha se realiza a los 9 meses. Para saber si el producto cuenta con la maduración suficiente, se debe observar que la parte aérea, hojas y tallo tomen una coloración amarillenta (30).

Según el tipo y calidad del jengibre su composición química va a variar, pero en términos generales se puede indicar la siguiente distribución: agua 10 %, lípidos 3.5 %, esencia 2 %, almidón 54 %, celulosa 4.5 %, cenizas 5.5 %, sustancias extractivas no nitrogenadas 13% y proteínas 7.5% (31).

#### 2.7.1.5 Propiedades y beneficios del jengibre

##### Analgésico y antipirético

Al tener compuestos llamados gingeroles que actúan inhibiendo la síntesis y liberación de prostaglandinas, se podría reducir el dolor en personas con síntomas o que padecen enfermedades inflamatorias (31).

##### Efecto antioxidante

Los mismos gingeroles anularían la actividad de radicales libres; estos son causantes de daño y envejecimiento celular precoz que contribuyen al desarrollo de enfermedades como cáncer, diabetes, infartos y manchas en la piel (31).

#### Efecto antitusivo y descongestivo

El jengibre posee enzimas proteolíticas que le confieren acción antiinflamatoria, por esto actuaría sobre el sistema respiratorio disminuyendo en tiempo y forma la congestión y la tos (31).

#### Acción antiespasmódica

Los gingeroles tienen un marcado efecto sobre la motilidad gastrointestinal, por lo cual disminuirían síntomas estomacales y menstruales (31).

#### Efectos sobre el metabolismo

Se ha estudiado que podría reducir niveles elevados de colesterol. Con respecto a la acción sobre la diabetes, inhibiría las enzimas del metabolismo de carbohidratos, aumentaría la liberación y sensibilidad de la insulina, y mejoraría los perfiles lipídicos (31).

#### 2.7.1.6 Efectos adversos y contraindicaciones del jengibre

El jengibre se tolera bien a dosis inferiores de 5 g/día por vía oral, a dosis altas existe más riesgo de aparición de efectos adversos y disminuye la tolerancia.

Los efectos adversos más comunes que se han observado son dolor abdominal, diarrea, picor en la boca y la garganta, y vómitos. Su uso tópico puede causar dermatitis en individuos sensibles (34).

#### 2.7.1.7 Evidencia científica de la actividad antimicrobiana del jengibre

Se ha demostrado que el jengibre posee la capacidad para combatir enfermedades infecciosas provocadas por las bacterias *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus viridans* (33).

El rizoma del jengibre presenta dos principios activos (34):

- Aceite esencial (0.3 - 3.3 %): compuesto de zingibereno (60 %),  $\beta$ -bisaboleno, dextrocámpeno, felandreno, metilheptenona, cineol, geraniol, linalol, citral, borneol,  $\beta$ -bisabolona, (EE)- $\alpha$ -farneseno y  $\beta$ -sesquifelandreno,  $\alpha$ -curcumeno, zingiberol y aldehídos dicíclicos y monocíclicos.
- Resina (5 – 8 %): principal causa de su sabor picante, debido a sus principios activos, el gingerol (0.6 a 1.4 %) y la zingerona (producto de degradación del gingerol), que son fenilalcanonas o fenilalcanoles no volátiles con cadenas de diferentes longitudes. Además, contiene ceras, aceite fijo (3.7 %), pectina (0.05 %), almidón (50 %), aminoácidos, vitaminas, azúcares, mucílagos y sales minerales.

### 2.7.1.8 Principales componentes del aceite esencial de jengibre

Dentro de las sustancias más importantes identificadas en el aceite esencial se encuentran: da-zingibereno, Ar-curcumeno, b-sesquifelandreno, Teraniol, b-mirceno, Citral, Geranial (9).

El aceite esencial del jengibre se presenta en forma de líquido bastante móvil, de color verdoso o amarillo, tiene el olor característico del jengibre, pero no tiene el sabor ardiente, por lo que el sabor ardiente de la especia se debería a una serie de sustancias no volátiles presentes en la oleorresina mas no en el aceite esencial (9).

Esta oleorresina se acostumbra extraerla mediante solventes orgánicos como la acetona, alcohol o éter, posee color amarillo y sabor muy ardiente (9).

## 2.8 Planta medicinal en estudio: ruda

### 2.8.1 Generalidades de la ruda

#### 2.8.1.1 Taxonomía de la ruda

- Nombre científico: *Ruta graveolens* L. (35)
- Nombre común o vulgar (35): Conocida como «Ruda»
- Familia: Pertenece a la familia de las Rutáceas, esta presenta 161 géneros y 1 700 especies, entre las cuales se encuentran el limón, la lima, el naranjo dulce, el naranjo agrio y el mandarino (36).

### 2.8.1.2 Origen y hábitat de la ruda

La *Ruta graveolens* es oriunda del Mediterráneo (África del Norte y sur de Europa) y del Asia menor.

Crece espontánea en lugares pedregosos, matorrales, suelos secos o cerca de huertos cultivados, siendo su distribución cosmopolita (35). Se encuentra presente en clima cálido, semicálido, semiseco, muy seco y templado desde los 10 y hasta los 2 750 m.s.n.m (37).

### 2.8.1.3 Historia de la ruda

En el siglo XVI, Francisco Hernández relata que «mitiga los ardores de las fiebres, fortalece y es remedio prontísimo de las picaduras venenosas principalmente de los escorpiones, quita el ardor de los riñones, mitiga las inflamaciones de la garganta y los dolores del pecho» (37).

En el siglo XVIII, Ricardo Ossado menciona que la bebida en infusión aumenta las contracciones del parto. Y a finales de este siglo Vicente Cervantes refiere «se usa en la peste, histérico, epilepsia, cefalalgia y singulto». En el siglo XIX, Francisco Flores refiere su uso para cuando aparecían gusanos en las úlceras (37).

Durante el siglo XX, Alfonso Herrera describe que la ruda ejerce localmente una acción irritante sobre la piel y las mucosas, al interior puede determinar accidentes de gastroenteritis intensa con vértigos y convulsiones (37).

Posteriormente, Maximino Martínez menciona los siguientes usos: antiartrálgico, antiespasmódico, antiparasitario, antitusígeno, emenagogo, diurético, la ciática, cefalalgias, inflamación del sistema respiratorio, astringe el vientre, analgésico y provoca gastroenteritis (37).

#### 2.8.1.4 Características de la ruda

Se trata de una planta subarborescente (leñosa con el tiempo), aromática y perenne. Alcanza entre los 40 cm y 90 cm de alto, siendo su tallo ramoso y erecto con hojas alternas, verde azuladas, profundamente subdivididas, con segmentos espatulados u oblongos de 15 mm de largo, contiene glándulas translúcidas con aceite esencial responsable de su olor característico (35).

Las flores terminales y amarillentas se agrupan, haciendo su aparición entre la primavera y el verano (35). Por su parte, en Costa Rica aparecen en época seca (verano) y durante las precipitaciones su crecimiento disminuye y están más propensas al ataque de plagas y enfermedades (38). Los frutos son cápsulas redondeadas (35).

La ruda se cultiva en huertos familiares para uso medicinal u ornamental, asociada a bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio y perennifolio, matorral xerófilo, bosques de encino, de pino, mixto de pino-encino y bosque de juníperos (37).

La ruda presenta varios componentes químicos, estos son (35):

Aceite esencial (0.1 - 0.6 %): compuesto por ésteres (acetatos de 2-nonilo y 2-undecilo, etc.); metilnonil, metilheptilcetona; monoterpenos (a y b-pineno, limoneno),

cetonas alifáticas (metilnonilcetona en una proporción del 90 %), alcoholes (2-undecanol), cumarinas y furanocumarinas (0.15 - 0.70 %) destacando: bergapteno, psoraleno, dafnoretina, isoimperatorina, escopoletina, umbeliferona, pangelina y otros.

Alcaloides furoquinólicos: arborinina, arborotina, rutamina, graveolina, graveolinina, 6-metoxidictamina, furoquinolina, t-fagarina, gammafagarina, kokusaginina, skimianina, cocusaginina, rutacridona, metilacridona, dictamnina, isogravacridonclorina (furanocridona).

Flavonoides: rutina (1–2%), quercetina.

Otros: resina, goma, ácido ascórbico, ácido málico, taninos, lignanos (raíz), sustancias amargas, glucósidos solubles en agua (-sinapoil-6-feruloilsucrosa, metilcnidiósido, metilpicraquasiósido A; 3,6 -disinapoilsucrosa, cnidiósido A, picraquasiósido A, etc.), naftoherniarina, suberona e isorutarina, xantoxina, rutamarina e isopimpenelina (35).

#### 2.8.1.5 Principales componentes del aceite esencial de la ruda

Las ramas, hojas, frutos y raíz de la *R. graveolens* contienen un aceite esencial cuya composición química varía de acuerdo con el órgano o parte de la planta del que se extraiga (37).

En el aceite de la raíz se han identificado los monoterpenos beta-ciclocitraí, mirceno, acetato de nonilo, metil-nonil-carbinol y sabineno; los sesquiterpenos 1,4 dimetil-azuleno, alfa-pergapteno, cariofileno, beta-elemeno, elemol, alfa-

farneseno y geraniol; los componentes fenólicos fenil-benzaldehído, isopropil-benzeno, bifenilo, dimetil-bifenilo, xileno, isovalerato de etil y trans-cinamilo; y los componentes policíclicos antraceno y pireno (37).

En el aceite esencial de las hojas se han detectado los monoterpenos alcanfor, carvacrol, para-cimeno y linalol; los bencenoides ácido anísico, glicol-anetol, guaiacol y vainillina; las cumarinas umbeliferona y xanthoxin; el flavonoide rutinólido; y el alcaloide metil-amina (37).

El aceite esencial de las ramas está constituido por los monoterpenos, camfeno, alcanfor, para-cimeno, cineol, limoneno, linalol, alfa y beta-pineno; y el sesquiterpeno 4-1-dimetil-azuleno. En el aceite esencial del fruto se han identificado monoterpenos similares a los de las ramas (37).

#### 2.8.1.6 Propiedades y usos de la ruda

##### Administración oral

La planta se utiliza en casos de dismenorreas (solo en dosis altas es abortiva), como estimulante uterino, en gargarismos, en casos de anginas y tonsilitis, palpitations del corazón, pleuresía, complicaciones respiratorias, calambres (35).

La esencia se emplea como antiespasmódico, digestiva, anticonvulsivante, antiparasitario, regulador del ciclo menstrual (amenorreas, dismenorreas), en dispepsia, inapetencia, trastornos circulatorios, aterosclerosis: neuralgias, cefaleas, nerviosismo, histeria, debilidad visual, fiebre, inflamaciones, trastornos de la diuresis, gota y

antirreumático. En la Amazonía brasileña se le reconocen propiedades sedantes, antiasmáticas y analgésicas (35).

#### Administración tópica

El aceite se usa externamente en fricciones sobre zonas dolorosas (luxaciones) también en procesos dermatológicos (eczema, psoriasis, lesiones óseas) y como antiinflamatorio. Infusos o champús se utilizan contra la pediculosis y la sarna (35).

#### Actividad venotónica

El flavonoide ejerce acciones vasoprotectoras al actuar sobre la resistencia y permeabilidad capilar y se conoce como efecto vitamínico P (35).

La rutina en conjunto con troxerrutina han mostrado ser buenos agentes flebotónicos. Dicho reforzamiento venotónico evita la liberación de enzimas tóxicas liberadas por los lisosomas de la célula muscular de la pared venosa durante situaciones de anoxia e inflamación tisular (35).

Por otra parte, disminuyen la permeabilidad de los capilares aumentando su resistencia a través de una acción  $\alpha$ -adrenérgica. Esta acción es potenciada por la escina. También protegen el sustrato extracelular evitando la degradación de los proteoglicanos (35).

Además, permite distribuir correcta y adecuadamente el colágeno, de ahí sus nuevas aplicaciones dentro del campo de la Mesoterapia. Se destaca la troxerrutina, pues mejora la microcirculación en todas las afecciones vasculares con compromiso

distal como por ejemplo la diabetes, favoreciendo el paso de los eritrocitos en el nivel capilar y mejorando así la oxigenación tisular (35).

#### Actividad inmunomoduladora-antitumoral

Determinadas cumarinas no solo ejercen acciones anticoagulantes, sino también inmunomoduladoras, comprobado a través de la absorción de luz ultravioleta. Esta fotoactivación hace que dichas sustancias (inertes antes de la irradiación) se fijen firmemente al ADN, alterando así la división celular que realizan las células tumorales (35).

#### Actividad antimicrobiana

Algunos ensayos demostraron actividad antibacteriana del aceite esencial de esta especie contra *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* y *Listeria monocytogenes* (10).

En el estudio realizado en el 2011 por Rojas *et al.*, en el que se investigó la actividad antibacteriana del aceite esencial de *R. graveolens*, se presentó un amplio rango de inhibición del crecimiento tanto para bacterias Gram positivas (*S. aureus* y *E. faecalis*) como Gram negativas (*E. coli* y *K. pneumoniae*) (10).

Se debe aclarar que la actividad antibacteriana de los aceites esenciales es muy difícil de asignar a la presencia o ausencia de un determinado compuesto, ya que sus componentes presentan una gran variabilidad y complejidad; sin embargo, está

documentado que la presencia de compuestos con funciones alcoholicas, cetonicas y aldehidicas pueden contribuir con esta actividad (10).

#### 2.8.1.7 Toxicología de la ruda

En el hombre se describe la acción irritante y fotosensibilizante del aceite esencial y las hojas aplicadas externamente, lo que provoca severos eritemas, hiperpigmentación, edema y aparición de ampollas (37).

Se describe también el efecto abortivo y tóxico al ingerir el extracto acuoso de las hojas en grandes dosis y con frecuencia. Los casos de intoxicación pueden generar síntomas leves (cólicos gastrointestinales, diarreas, movimientos fibrilares de la lengua, congestión pelviana) o graves (confusión mental, metrorragias, *shock*, convulsiones y muerte) (37).

Las dosis orales de 30 mg/día administradas a sujetos sanos durante 3 meses no provocaron alteraciones en el funcionamiento hepático. Mujeres embarazadas murieron por el uso de *Ruta graveolens* como abortivo y se han documentado daños en los niveles hepático y renal (35).

La metilnonilcetona induce la contracción uterina y congestión pélvica, principalmente hemorragia uterina y posible aborto (35).

#### 2.8.1.8 Contraindicaciones de la ruda

Las sustancias metilnonilcetona y skimianina presentes en las hojas han evidenciado actividad uterotónica (demostrada *in vitro* y a través de la aplicación de

extractos alcohólicos en ratas gestantes), por lo que se recomienda no utilizar esta especie durante el embarazo ni en la lactancia (35).

El aceite esencial demostró ser neurotóxico en altas dosis, contraindicándose en personas con antecedentes de epilepsia o convulsiones (35).

Altas dosis de *Ruta graveolens* generan irritación génito-urinaria, por lo que no se recomienda administrar extractos de la planta en insuficiencia renal. No administrar juntamente con drogas antihipertensivas, debido a que se puede aumentar el efecto hipotensor (35).

La ruda está contraindicada en embarazo, lactancia o en mujeres en edad fértil que tengan vida sexual activa no protegida con métodos contraceptivos (35).

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOS DE TRABAJO**

### **3.1 Obtención de los extractos**

Para obtener el aceite esencial de una planta existen diferentes maneras de efectuarlo. Sin embargo, según Peredo, de acuerdo con el método de extracción empleado, puede variar la composición de los aceites y extractos; estas variaciones radican tanto en la proporción de los compuestos como en su número (39).

El método utilizado en la presente investigación para la extracción de los aceites esenciales del jengibre y de la ruda fue la destilación de arrastre por vapor de agua, la cual se llevó a cabo en el laboratorio del CIPRONA de la UCR.

A este tipo de destilación se le da este nombre ya que utiliza vapor sobrecalentado o saturado. Cuando el material a extraer que se va a extraer es líquido, el método directo es el de preferencia. En este el material está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor, se calientan a ebullición y el aceite extraído es arrastrado junto con el vapor de agua hacia un condensador que enfría la mezcla, la cual, posteriormente, se separa para obtener el aceite esencial deseado (40).

Según Peredo, para que este tipo de destilación se pueda aplicar se debe cumplir que tanto el componente volátil como una impureza sean insolubles en agua, ya que el producto destilado (volátil) formará dos fases al condensarse, lo cual permitirá la separación del producto y del agua fácilmente (39).

#### **3.1.1 Extracción del aceite esencial de jengibre**

La extracción del aceite esencial del jengibre se realizó de la siguiente manera:

Obtención del jengibre: el día 24 de junio durante la fase lunar de luna nueva, se compró en el Mercado Central de San José, Costa Rica, aproximadamente, 500 g de jengibre fresco proveniente de Pérez Zeledón. Se mantuvo a temperatura ambiente en una zona con sombra hasta el día 26 de junio que se realizó la extracción del aceite esencial en el CIPRONA.

Pesaje y corte del jengibre: se pesa y se obtienen 620 g de jengibre, se procede a cortarlo en rodajas, en una tabla de madera y con un cuchillo de acero inoxidable.

Trituración del jengibre: en una licuadora se agregaron las rodajas de jengibre junto con 3 L de agua destilada y se licuó de manera intermitente hasta obtener una mezcla homogénea.

Extracción del aceite esencial del jengibre: por medio de un embudo de plástico se decantó la mezcla de jengibre y agua destilada hacia un balón de 12 L. Una vez listo el equipo, se inició el proceso de extracción, mediante un sistema de calentamiento con glicerina que debe oscilar entre los 100 °C– 120 °C, el balón se colocó en este sistema de calentamiento a 120 °C a las 10:40 a.m. y se inició la extracción del aceite esencial a las 11:10 a.m., demorando 3 horas el proceso completo, y se obtuvieron 2 mL de aceite esencial de jengibre.

Recolección y almacenamiento de la muestra: se colocaron los 2 mL del aceite obtenido en un frasco de vidrio transparente con tapa negra, se rotuló y se envolvió en papel aluminio para evitar que la luz alterara la muestra. Una hora después se refrigeró para mantenerla a una temperatura constante y conservarla adecuadamente.

### 3.1.2 Extracción del aceite esencial de ruda

Para la obtención del aceite esencial de ruda se practicó el siguiente procedimiento:

Adquisición de la ruda: se tomaron las ramas de varios arbustos de ruda en la zona de Jericó del cantón de Desamparados el día 25 de junio por la tarde. Se colocaron en papel periódico y en bolsa para almacenarlas en refrigeración hasta el 26 de junio, día de la extracción del aceite esencial en el CIPRONA.

Preparación y pesaje de la ruda: de las ramas adquiridas se decidió utilizar las hojas y las ramas más pequeñas (partes aéreas), así que se desecharon las ramas más largas y gruesas. El peso de las hojas y ramas por utilizar fue de 500 gramos.

Trituración de la ruda: en una licuadora se agregaron las hojas y ramas pequeñas de la ruda con 4 L de agua destilada y se licuó de manera intermitente hasta obtener una mezcla homogénea.

Extracción del aceite esencial de ruda: se decantó la mezcla de ruda y agua destilada de la licuadora a un balón de 12 L por medio de un embudo plástico. Con el equipo listo, se inició el proceso de extracción, mediante el mismo sistema de calentamiento con glicerina que se utilizó para el jengibre, el balón se colocó en este sistema de calentamiento a 120 °C a las 10:20 a.m. y se inició la extracción del aceite esencial a las 11:55 a.m., demorando 4 horas el proceso completo y se obtuvo 1 mL de aceite esencial de ruda.

Recolección y almacenamiento de la muestra: se colocó el mililitro obtenido en un frasco de vidrio transparente con tapa negra, se rotuló y se envolvió en papel aluminio para evitar que la luz alterara la composición del aceite obtenido. Una hora después se refrigeró para mantenerlo a una temperatura constante y conservarlo adecuadamente.

### **3.2 Proceso microbiológico**

Los aceites esenciales extraídos ocho días atrás se trasladaron, para su análisis, el día 4 de julio, se llevaron al LIBA de la Facultad de Microbiología de la UCR y se mantuvieron a una temperatura de 4 °C.

Se estudiaron las sustancias puras, así como sus disoluciones:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{32}$  y  $\frac{1}{64}$  de concentración y se realizaron los controles de agua e NaClO al 4 %.

Las cepas utilizadas fueron *F. nucleatum* LIBA 7120, *P. anaerobius* LIBA 7014 y *P. intermedia* LIBA 7096, estas fueron aisladas de pacientes costarricenses y se encontraban en la bacterioteca del LIBA congeladas a una temperatura de -80 °C. Al momento del montaje las cepas se descongelaron para poder emplearlas.

Para que cada placa contara con la misma cantidad de bacterias, se prepararon suspensiones de cada microorganismo utilizando una turbidez equivalente al estándar 0.5 de McFarland, correspondiente a  $150 \times 10^6$  bacterias por mL. Los estándares de McFarland son creados al mezclar cloruro de bario y ácido sulfúrico, ambos al 1 %.

Listas las suspensiones, se rayaron en tres direcciones distintas en placas de agar sangre suplementado con hemina y vitamina K (se les realizó prueba de esterilidad antes de rayarlas y se almacenaron a 4 °C de temperatura antes de ser utilizadas). Seguidamente, se perforaron las placas con hoyos de 6 mm de diámetro, donde a cada uno se le agregó 40 µl de las diferentes sustancias puras y sus respectivas disoluciones.

Las sustancias se colocaron de la siguiente manera: para los controles de agua e NaClO se contó con tres placas (una para cada cepa), cada una con dos hoyos, uno para el agua y el otro para el NaClO. Para cada aceite esencial en su forma pura, se instalaron placas dobles para cada cepa con un solo hoyo en el centro. Y para las disoluciones tanto de jengibre como de ruda se colocó una placa para cada cepa con seis agujeros, uno para cada concentración. Listas las placas con sus respectivas cepas y sustancias que se va a estudiar, se incubaron a 35 °C en una cámara de anaerobiosis (Bactran II), en una atmosfera sin oxígeno con 5 % de CO<sub>2</sub>, 90 % de N<sub>2</sub> y 5 % de H<sub>2</sub>.

Finalizada la incubación, se realizó la lectura y medición de los halos inhibitorios, se midió el radio de cada halo a partir de su borde y del hoyo para así después sacar el diámetro, estas medidas se tomaron en milímetros. Una vez medido cada halo, se compararon los halos de inhibición de las sustancias contra el halo inhibitorio de los controles (agua y NaClO).

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO**

## 4.1 Resultados

En las pruebas realizadas en los cultivos de cada cepa (Figura 1) se puede observar que, para la de *F. nucleatum*, la sustancia que obtuvo el mayor halo inhibitorio fue el NaClO con 22 mm, seguido del jengibre con 18 mm y, por último, la ruda con un halo de 2 mm. Para la cepa de *P. micros*, el NaClO desarrolló el halo inhibitorio más grande con 27 mm, el jengibre obtuvo 9 mm y la ruda el más pequeño con 4 mm.

Con respecto a la cepa de *P. intermedia*, las tres sustancias demostraron tener mayor efecto que con las dos cepas anteriores, en este caso el jengibre obtuvo el mayor halo inhibitorio con 42 mm, seguido del NaClO con 33 mm y el más pequeño con 6 mm para la ruda.

Al comparar la capacidad antibacteriana de las diferentes concentraciones del jengibre con la del NaClO 4 % (Figura 2), se observa que la acción del NaClO es mayor que las disoluciones de jengibre en las cepas de *F. nucleatum* y de *P. micros*, con halos inhibitorios de 22 mm y 27 mm, respectivamente.

Conforme la concentración de jengibre disminuye, también lo hace el halo inhibitorio; al llegar a la concentración de 1/16 se tiene el mismo halo de 2 mm para las tres cepas y a partir de la concentración de 1/32 no se presentan halos inhibitorios en ninguna de ellas. Para la cepa de *P. intermedia*, el jengibre en concentración  $\frac{1}{2}$  presenta mayor efecto con un halo de 38 mm que el NaClO con uno de 33 mm, y a partir de la concentración  $\frac{1}{4}$  del jengibre se obtienen halos más pequeños que los desarrollados por el NaClO.

Si se compara la actividad antibacteriana del NaClO 4 % con la de la ruda a diferentes concentraciones (Figura 3), el NaClO posee mayor acción para inhibir los tres tipos de cepas. En el caso de *F. nucleatum*, el NaClO desarrolló un halo inhibitorio de 22 mm, mientras que el único formado con la ruda fue en la concentración de  $\frac{1}{2}$  con uno de 2 mm. Para la cepa de *P. micros*, se obtuvo un halo de 27 mm con el NaClO y con la ruda en las concentraciones de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{8}$  se obtuvieron halos de 4 mm, 2 mm y 1 mm, respectivamente.

Con respecto a la *Prevotella intermedia*, el NaClO desarrolló el mayor halo inhibitorio con 33 mm, seguido de la ruda en concentración de  $\frac{1}{2}$  con uno de 4 mm; para la concentración de  $\frac{1}{4}$  se obtuvo un halo de 3 mm y para la de  $\frac{1}{8}$  se desarrolló un halo de 2 mm. A partir de la concentración de  $\frac{1}{16}$ , la ruda no desarrolló halos inhibitorios en ninguna de las tres cepas.

## 4.2 Discusión

Los aceites esenciales son sustancias complejas de metabolitos secundarios, aislados de las plantas, que cubren un amplio espectro de efectos farmacológicos mostrando diversas propiedades biológicas (28). Se demuestra que los aceites esenciales pueden llegar a ser una opción medicinal para el manejo de padecimientos bacterianos.

Las tres cepas de bacterias estudiadas (*F. nucleatum*, *P. micros* y *P. intermedia*), comparten características y factores de virulencia que les permiten establecerse en

procesos infecciosos dentales. Según Guillarte y Perrone, estas bacterias, debido a sus componentes estructurales se consideran periodontopatógenos (27).

El aceite esencial de jengibre presentó actividad antimicrobiana para las tres cepas bacterianas anaerobias, dejando por debajo al NaClO en la inhibición de *P. intermedia*. Por su parte, el aceite esencial de ruda, a pesar de presentar acción antimicrobiana, no obtuvo la suficiente para ser tomado en cuenta y desplazar la función del NaClO.

En los rizoma del jengibre destaca la presencia de hierro, fosforo y ácido ascórbico (30). El jengibre presenta dos principios activos: el aceite esencial y las resinas (34); además, sus propiedades analgésicas, antipiréticas, antioxidantes, entre otras (31), lo hacen ser muy útil en la cultura popular. En el estudio «Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre» (2001), se mostró que el jengibre puede ejercer una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos como el *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus faecalis* (enterococos) (9).

La ruda presenta en su composición: aceite esencial, alcaloides furoquinólicos, flavonoides, entre otros (35). En el estudio comparativo realizado por Rojas *et al.* (2011), se menciona la actividad bacteriana del aceite esencial de la ruda contra *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* y *Listeria monocytogenes* (10).

Sin embargo, no se encontraron estudios que avalen que los aceites esenciales de jengibre y de ruda funcionen en todas las cepas bacterianas anaerobias investigadas.

### **4.3 Conclusiones**

El aceite esencial de jengibre presenta una gran capacidad antibacteriana para la cepa de *Prevotella intermedia*, por lo cual se podría utilizar como irrigante, puesto que su actividad fue mayor que la del NaClO 4 %. Por otra parte, el aceite esencial extraído de la ruda demostró acción antibacteriana, sin embargo, no fue suficiente para ser tomado en cuenta.

Las bacterias anaerobias en estudio poseen factores de virulencia que les permiten establecerse en los tejidos y vencer las defensas propias del cuerpo, así es como generan una afección y se encuentran presentes en los procesos infecciosos dentales como lo son las pulpitis y periodontitis.

Según la revisión bibliográfica, el jengibre y la ruda presentan propiedades analgésicas, antibacterianas, antiinflamatorias y antisépticas que los hacen candidatos para continuar los estudios y determinar su mejor función en el campo odontológico.

Por medio de las pruebas *in vitro* se determinó que tanto el aceite esencial del jengibre como el de la ruda desarrollaron halos de inhibición menores a los producidos por el NaClO 4 % para las cepas de *F. nucleatum* y *P. micros*. Sin embargo, el aceite esencial de jengibre para la cepa de *P. intermedia* desarrolló un mayor halo inhibitorio que el del NaClO 4 %.

Así que la efectividad del aceite esencial de ruda es menor que la que se obtuvo por el NaClO, por lo cual el hipoclorito de sodio no puede sustituirse como irrigante en el tratamiento endodóntico.

El aceite esencial de jengibre, al obtener un resultado muy positivo con la cepa de *P. intermedia*, podría reemplazar al NaClO si se realizaran más estudios con diferentes bacterias anaerobias presentes en la enfermedad pulpar.

#### **4.4 Recomendaciones**

Estudiar diferentes partes de las plantas para determinar si la composición del aceite esencial cambia y, con esto, si aumenta o disminuye la inhibición bacteriana.

Realizar la extracción de los aceites esenciales con otros métodos, con los cuales se busque obtener el producto más puro y en mayor cantidad.

Separar los componentes del aceite esencial para estudiar a cuál de ellos se debe el mayor comportamiento inhibitorio.

Efectuar con los aceites esenciales de jengibre y ruda, otras investigaciones sobre diferentes microorganismos causantes de patologías endodónticas.

Ejecutar la extracción etanólica de las plantas de jengibre y ruda para realizar nuevas pruebas *in vitro*.

## **CAPÍTULO V**

### **PARTE FINAL**

## 5.1 Cronograma de actividades del Seminario

Numero de sesión	Fecha	Temas por desarrollar
Semana	13 al 17 marzo	<p>Entrega y lectura del programa de curso.            Motivación para la investigación.            Objetivos de este Seminario de Graduación.            Asignación deberes.            Inducción al uso de Mediación Virtual.            El cuaderno de bitácora como registro de la experiencia de investigación: agendas de trabajo, avances en reuniones, ficheros bibliográficos, anotaciones, los obstáculos, las dificultades y los factores facilitadores de las actividades.            El resguardo de las copias de información: el disco duro externo, la llave maya y la red internet (correos electrónicos y contenedores).            Word y Excel: trucos y secretos en el procesador de texto y la base de datos.  <b>ESQUEMA PARA EL PLAN DE TRABAJO DE LA INVESTIGACIÓN:</b>            resultados esperados-actividades-aspectos a considerar-duración-fecha de inicio-fecha de terminación-responsable-recursos.            Importancia de la planificación del trabajo investigativo: lo previsto e imprevisto.            El diagrama de Gantt en la planificación de proyectos: tareas (predecesora, sucesora, resumen), trabajo, duración, hito, calendario, simbología (tarea, división, progreso, hito, resumen, tarea resumida, división resumida, hito resumido, progreso resumido, resumen del proyecto)            Herramientas para la elaboración del diagrama de Gantt: Excel y Open Project.</p> <p><b>Tareas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación del diagrama de Gantt para el Seminario de Graduación (2 días).</li> <li>2. Elaboración de un documento/folleto/tríptico explicando cómo se construyen las referencias bibliográficas siguiendo el formato Vancouver.            Incluir: generalidades, libros (con 1 autor, 2 o más autores, autor corporativo, sin autor, edición revisada), revistas (con 1 autor, 2 o más autores, autor corporativo, sin autor, sin volumen, en prensa), periódicos (con autor, sin autor, periódico mensual), entrevista personal, enciclopedia o diccionario, artículo de enciclopedia, tesis y disertaciones, filme, medio (cintas de video, cintas de audio, diapositivas, gráficas, trabajos artísticos, grabación de casete), información en la red, medios electrónicos (correspondencia electrónica, mensajes electrónicos, listas de discusión, CD-ROM, cinta de datos electrónica, cinta en cartucho y programa de computadora).</li> <li>3. Elaboración de un folleto o tríptico con las reglas para insertar referencias bibliográficas en un documento y el uso correcto de las abreviaturas relacionadas con la técnica de referencia.</li> <li>4. Realizar las lecturas:</li> </ol> <p>* ¿Qué es la Odontología basada en evidencia?</p>

		<p>* Cuestionamientos bioéticos en odontología.  * Bioética e investigación en odontología.  * Equipo de salud: el trabajo multidisciplinario en investigaciones del área de la salud</p>
<b>Semana</b>	20 al 24 marzo	<p>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN  I. PARTE INTRODUCTORIA  JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN (propósitos, aplicabilidad).  PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (justificación científica).  USO DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN (propósitos, aplicabilidad).  <b>Tareas</b>  1. Entrega del diagrama de Gantt para el Seminario de Graduación a las profesoras (3 días)  2. Elaboración del título, la justificación, el planteamiento del problema y uso de los resultados de la investigación. (3 días)</p>
<b>Semana</b>	24 al 28 marzo	<p>Exposición de la información relacionada a las indicaciones para la construcción e inserción de referencias bibliográficas y uso de abreviaturas.  Discusión de las lecturas asignadas el 09 de marzo.  <b>Tareas</b>  1. Correcciones al diagrama de Gantt para el Seminario de Graduación a las profesoras (2 días)  2. Entrega de la elaboración del título, la justificación, el planteamiento del problema y uso de los resultados de la investigación a las profesoras. (2 días)</p>
<b>Semana</b>	27 al 31 marzo	<p>FUNDAMENTO TEÓRICO/ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA (argumentación, respuestas posibles, hipótesis).  Detalles por considerar durante la revisión bibliográfica: reconocimiento de fuentes confiables, uso de los servicios del sistema de bibliotecas y manejo correcto de los motores de búsqueda por internet.  OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN (general y específicos)  Cómo se estructuran los objetivos de investigación: el qué, el cómo y el para qué.  <b>Tareas</b>  1. Corrección al título, la justificación, el planteamiento del problema y uso de los resultados de la investigación (2 días).  2. Elaboración del fundamento teórico/antecedentes sobre el tema y de los objetivos de la investigación (2 semanas)</p>
<b>Semana</b>	03 al 07 abril	<p>Importancia del registro fotográfico y de video en el proceso de investigación.  Manejo de los insumos, creación y gestión de carpetas: doc., imp, sonido, video: numeración, orden, omisión de caracteres especiales.  <b>Tarea</b>  Entrega del fundamento teórico/antecedentes sobre el tema (I parte) y de los objetivos de la investigación a las profesoras (2 días).</p>
<b>Semana</b>	10 al 21 abril	<p><b>Tareas</b>  1. Correcciones al fundamento teórico/antecedentes sobre el tema (I parte) y de los objetivos de la investigación (2 días).  2. Entrega del fundamento teórico/antecedentes sobre el tema (II</p>

		parte) a las profesoras (2 días).
<b>Semana</b>	24 al 28 abril	<p>Elementos de la Guía OPS para escribir un protocolo/una propuesta de investigación.</p> <p><b>II. MÉTODOS DEL TRABAJO</b></p> <p>Definición operacional de las variables: objetivo específico-temas por desarrollar variable- definición conceptual-definición operacional-definición instrumental escala de medición-variable por tipo de categoría-tipo de variable.</p> <p>Tipo de estudio.</p> <p>Diseño general del estudio.</p> <p>Universo de estudio.</p> <p>Selección y tamaño de la muestra: técnicas de muestreo.</p> <p>Unidad de análisis.</p> <p>Unidad de observación.</p> <p>Criterios de inclusión.</p> <p>Criterios de exclusión.</p> <p>Procedimientos para la recolección de información.</p> <p>Instrumentos por utilizar en la recolección de la información: definición y diseño.</p> <p>Métodos para el control y la calidad de los datos.</p> <p>Establecimiento de protocolos para procedimientos con las sustancias naturales y los cultivos de microorganismos.</p> <p>Calibración práctica.</p> <p>Materiales usados en el levantamiento de los datos.</p> <p>Procedimientos para garantizar aspectos éticos en la investigación.</p> <p><b>Tareas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correcciones al fundamento teórico/antecedentes sobre el tema (II parte) (2 días).</li> <li>2. Lectura tipos de estudio y diseño de las investigaciones en salud BUSCAR Y ESCANEAR EN LA PARTE DE ESTADÍSTICA Y EPIDEMIOLOGÍA.</li> <li>3. Elaboración de la II. MÉTODOS DE TRABAJO de la Memoria del Seminario de Investigación (1 semana)</li> </ol>
<b>Semana</b>	28 de abril al 2 de mayo	<p><b>Tarea</b></p> <p>Entrega de la II. MÉTODOS DE TRABAJO de la Memoria del Seminario de Investigación a las profesoras (3 días)</p>
<b>Semana</b>	5 al 9 mayo	<p>Importancia, utilidad y características de los gráficos y las tablas: tipos, usos y formatos apropiados.</p> <p><b>PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b></p> <p>Métodos de análisis de los datos según tipo de variable.</p> <p>Modelos de análisis de los datos según tipo de variable.</p> <p><b>Tareas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correcciones a la II. MÉTODOS DE TRABAJO de la Memoria del Seminario de Investigación (2 días).</li> <li>2. Definición de los métodos y modelos estadísticos para el análisis de datos según el tipo de variable, diseño de tablas y gráficos para la presentación de la información (2 días).</li> </ol>
<b>Semana</b>	12 al 16 mayo	<p><b>Tarea</b></p> <p>Entrega de la definición de los métodos y modelos estadísticos para el análisis de datos según el tipo de variable, diseño de tablas y gráficos para la presentación de la información a las profesoras (3 días)</p>
<b>Semana</b>	19 al 23 mayo	Herramientas para la creación de bases de datos y análisis de los

		<p>insumos: Epi Info 7, Excel, FileMaker u otros.</p> <p>El manejo correcto de la base de datos: la importancia en la definición de la característica de cada grupo de datos para la codificación y el valor de cada registro.</p> <p><b>Tareas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correcciones al diseño de tablas y gráficos para el análisis de la información (2 días)</li> <li>2. Construcción de la matriz para base de datos (1.5 semanas)</li> </ol>
<b>Semana</b>	26 al 30 mayo	<p><b>Tarea</b></p> <p>Entrega de la matriz para base de datos a las profesoras (3 días)</p>
<b>Semana</b>	2 al 6 junio	<p><b>Tarea</b></p> <p>Correcciones a la matriz para la base de datos (2 días)</p>
<b>Semana</b>	9 al 13 junio	<p>LEVANTAMIENTO DE DATOS</p> <p><b>Tareas</b> (4 semanas)</p> <p>Obtención de las sustancias naturales. Traslado de las sustancias naturales. Obtención de las muestras microbiológicas. Preparación de cultivos microbiológicos.</p>
<b>Semana</b>	16 al 20 junio	<p><b>Tarea</b></p> <p>Aplicación de las sustancias naturales en los cultivos microbiológicos (1 semana)</p>
<b>Semana</b>	23 al 26 junio	<p><b>Tarea</b></p> <p>Obtención de datos (4 semanas)</p>
<b>Semana</b>	30 junio al 4 julio	<p><b>Tareas</b> (1 semana)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. CODIFICACIÓN DE DATOS</li> <li>2. TABULACIÓN DE DATOS</li> </ol>
<b>Semana</b>	7 al 11 julio	<p><b>Tarea</b></p> <p>PROCESAMIENTO DE DATOS (2 semanas)</p>
<b>Semana</b>	14 al 18 julio	<p>III. DESARROLLO</p> <p>ANÁLISIS DE RESULTADOS</p> <p>CONCLUSIONES (deben ser concordantes con lo planteado en el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación).</p> <p>RECOMENDACIONES</p> <p><b>Tarea</b></p> <p>Elaboración de la III. DESARROLLO de la Memoria del Seminario de Investigación (3 semanas)</p>
<b>Semana</b>	21 al 25 julio	<p>IV. PARTE FINAL</p> <p>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SEMINARIO: fecha-actividad recursos-responsables-evaluación del director(a)-evaluación del grupo.</p> <p>FACTORES FACILITADORES/OBSTÁCULOS Y DIFICULTADES</p> <p>BITÁCORA (experiencia personal de acuerdo con el Seminario).</p> <p>GLOSARIO (optativo).</p> <p>BIBLIOGRAFÍA (igual que la revista Odovtos).</p> <p>ANEXOS/APÉNDICES (protocolos, instrumentos de recolección de la información, ampliación de métodos y procedimientos, diseño de tablas y gráficos, etc.).</p> <p>Anexos y apéndices ¿cuál es realmente la diferencia?</p> <p>RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>Buenas prácticas para la:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Elaboración de índices (general, de ilustraciones, de cuadros, de abreviaturas).</li> <li>* Redacción de derechos de propiedad intelectual de la Memoria</li> </ul>

		del Seminario de Graduación. * Redacción de los reconocimientos. <b>Tareas</b> 1. Elaboración de la IV PARTE FINAL de la Memoria del Seminario de Investigación (1 semana) 2. ELABORACIÓN DEL PRIMER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO (según el Formato Memoria de Seminarios 2012 del Programa Macro de Investigación) (1 semana)
<b>Semana</b>	28 julio al 1 agosto	<b>Tarea</b> ENTREGA DEL PRIMER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO A LAS PROFESORAS (3 días)
<b>Semana</b>	4 al 8 agosto	<b>Tarea</b> CORRECCIÓN AL PRIMER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO (2 días)
<b>Semana</b>	11 al 15 agosto	REVISIÓN DEL SEGUNDO BORRADOR (impreso) DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO POR UN FILÓLOGO (2 semanas)
<b>Semana</b>	18 al 22 agosto	<b>Tarea</b> CORRECCIONES AL SEGUNDO BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN (1 semana)
<b>Semana</b>	25 al 29 agosto	<b>Tarea</b> ENTREGA DEL TERCER BORRADOR (impreso) DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO A LA COMISIÓN DEL PROGRAMA MACRO DE INVESTIGACIÓN (debe incluir carta con el visto bueno del Filólogo) (2 semanas)
<b>Semana</b>	1 al 5 setiembre	<b>Tarea</b> CORRECCIONES AL TERCER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN (3 días)
<b>Semana</b>	8 al 12 setiembre	<b>Tarea</b> IMPRESIÓN DEFINITIVA, COPIAS Y EMPASTES DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN (1 semana)
<b>Semana</b>	15 al 19 setiembre	Normas para el respeto a la identidad gráfica de la Universidad de Costa Rica: lo que debemos considerar en el diseño de los maquetadores. ELABORACIÓN DEL BORRADOR DEL AFICHE (seguir el formato del Programa Macro de Investigación). Uso de herramientas de maquetación para afiches: Publisher, Scribus e Illustrator. <b>Tarea</b> Elaboración del borrador del afiche (6 días)
<b>Semana</b>	22 al 26 setiembre	ELABORACIÓN DEL BORRADOR PARA LA PRESENTACIÓN A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA (según formato del Programa Macro de Investigación) Herramientas para la captura de sonidos y videos: 4shared.com, jimmyr.com, aTubeCatcher.com Uso de herramientas para el procesamiento de imágenes: Paint, PhotoShop, textanim.com Uso de herramientas para la edición de sonido: Audacity. <b>Tareas (5 días)</b> 1. Obtención de insumos para la presentación a la Facultad de Odontología. 2. Elaboración de insumos para la presentación a la Facultad de Odontología
<b>Semana</b>	29 setiembre al	<b>Tarea</b>

	3 octubre	ENTREGA DEL BORRADOR DEL AFICHE A LAS PROFESORAS (2 días)
<b>Semana</b>	6 al 10 octubre	Uso de herramientas para la creación de videos: Movie Maker, Photo Story (Fotos Narradas). Uso de herramientas para la creación de presentaciones: Power Point y Prezi. <b>Tareas</b> 1. CORRECCIÓN DEL BORRADOR DEL AFICHE (1 día) 2. Elaboración del borrador para la presentación a la Facultad de Odontología (2 días).
<b>Semana</b>	13 al 17 octubre	<b>Tareas</b> 1. IMPRESIÓN DEFINITIVA DEL AFICHE (3 días) 2. ENTREGA DEL BORRADOR PARA LA PRESENTACIÓN A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA A LAS PROFESORAS (2 días)
<b>Semana</b>	20 al 24 octubre	<b>Tareas</b> 1. CORRECCIÓN DEL BORRADOR PARA LA PRESENTACIÓN A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA (1 día) 2. ELABORACIÓN DE CDs o DVDs DEBIDAMENTE ETIQUETADOS E IDENTIFICADOS CON COPIAS DIGITALES DE: LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN, EL REGISTRO FOTOGRÁFICO, EL AFICHE Y LA PRESENTACIÓN A LA FACULTAD (TAMBIÉN INCLUIR VIDEOS Y OTROS RECURSOS). Guardar en subcarpetas (1 día).
<b>Semana</b>	27 al 31 octubre	<b>Tarea</b> Entrega de la Memoria del Seminario de Graduación, el Afiche, la Presentación a la Facultad (versiones impresas). Entrega de la Memoria del Seminario de Graduación, el Afiche, la Presentación a la Facultad, el registro fotográfico, videos y otros recursos (versiones digitales en subcarpetas) ELABORACIÓN DE LOS ARTÍCULOS PARA PUBLICACIÓN (seguir el formato Odontos) (2 semanas).
<b>Semana</b>	4 al 7 noviembre	PRESENTACIÓN ORAL DE LOS RESULTADOS A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA (máximo 10 minutos).
<b>Semana</b>	10 al 14 noviembre	ENTREGA DE LOS ARTÍCULOS PARA PUBLICACIÓN A LAS PROFESORAS.
<b>Semana</b>	17 al 21 noviembre	PARTICIPACIÓN EN LA ACTIVIDAD DE PRESENTACIÓN DE AFICHES DEL PROGRAMA MACRO DE INVESTIGACIÓN 2017

## 5.2 Factores facilitadores / obstáculos y dificultades

Dentro de los factores facilitadores se contó con los muchos artículos que se encuentran acerca de las propiedades medicinales tanto del jengibre como de la ruda, además de la colaboración y ayuda de las docentes encargadas, el personal del CIPRONA y del LIBA.

Como parte de las dificultades presentes durante la investigación, se evidenció la poca cantidad de información y el limitado acceso a estudios que respalden la acción antimicrobiana de ambos aceites esenciales con bacterias anaerobias, así como su aplicación en cavidad bucodental.

### 5.3 Bitácora

FECHA	ACTIVIDAD
20 de marzo	Reunión con la Dra. Natalia Ballesterro Inscripción en el espacio de Mediación Virtual
22 de marzo	Se inicia búsqueda de información y bibliografía
22 de abril	Se reciben trabajos de años anteriores para su revisión vía correo electrónico
25 de abril	Presentación a la Dra. Rosaura Romero del CIPRONA, vía correo electrónico
1 de mayo	Se le explica a la Dra. Romero el porqué de las plantas escogidas y se adjuntan artículos de métodos de extracción
2 de mayo	Se le envía a la doctora Romero información acerca de la ruda
3 de mayo	La Dra. Romero revisará la información y se pondrá en contacto en una semana para coordinar trabajo de extracción de aceites esenciales
10 de mayo	Se escribe a Dra. Romero para verificar la revisión de información
8-12 de mayo	Elaboración de marco teórico
12 de mayo	Se envía avance de marco teórico, vía correo electrónico
15 de mayo	Respuesta de la Dra. Romero; aún no ha revisado la información
16 de mayo	Respuesta de la Dra. Ballesterro del I avance
21 de mayo	Se contacta a la Dra. Romero para determinar la extracción de los aceites esenciales
24 de mayo	Se decide la extracción de ambos aceites esenciales con la Dra.

	Romero (destilación de arrastre por vapor de agua)
26 de mayo	Se contacta al señor Juan Carlos Brenes para definir la fecha de la extracción de los aceites esenciales Se envía II avance a revisión
31 de mayo	Se le recuerda a la Dra. Ballestero que se le envió el avance II
5 de junio	Se le escribe a la Dra. Romero, ya que el señor Brenes no responde los correos para determinar la fecha de las extracciones.
13 de junio	Se define la fecha de las extracciones para el 26 de junio
19 de junio	Dra. Romero confirma cita para extracción de aceites esenciales
20 de junio	Se realizan antecedentes Se le recuerda a Dra. Ballestero enviar correcciones del avance II
24 de junio	Se compra jengibre fresco en el Mercado Central de San José
25 de junio	Se recolectan ramas de ruda en Jericó, Desamparados
26 de junio	Se realizan extracciones de aceite esencial en el CIPRONA (Ruda 1 mL, Jengibre 2 mL)
27 de junio	Se recibe archivo de correcciones del avance II de la Dra. Ballestero y pide esperar correcciones de la Dra. Madrigal
4 de julio	Se llevan los aceites esenciales al LIBA
10 de julio	La Dra. Gamboa solicita realizar las lecturas de las placas el día 12/07/2017
12 de julio	Se realiza la lectura de resultados en el LIBA Se da entrevista del Proyecto de Investigación a canal UCR
7 de agosto	Se envía archivo en Excel con los resultados de las pruebas a la Dra. Ballestero para realizar los gráficos
10 de agosto	Se corrige el avance II
18 de agosto	Se reciben gráficos de las diferentes concentraciones
24 de agosto	Se recibe gráfico de las sustancias puras y el control (NaClO)
9 de setiembre	Se recibe correo de la Dra. Madrigal con correcciones del avance

	entregado el 26/05/2017 y con el informe Turnitin
10 de setiembre	Se revisan documentos enviados por la Dra. Madrigal y se solicita reunión para aclarar ciertos puntos
13 de setiembre	Reunión con la Dra. Madrigal
15 de setiembre	Corrección de revisión realizada por la Dra. Madrigal Se le envía correo electrónico a la Dra. Gamboa solicitándole por favor, el envío de toda la información utilizada para el cultivo de las cepas
18 de setiembre	Corrección de revisión realizada por la Dra. Madrigal Se recibe correo con datos, por parte de microbiología
25 de setiembre	Se amplía información de marco teórico
3 de octubre	Se inicia capítulo III
7 de octubre	Se finaliza capítulo III
12 de octubre	Se reciben formatos 2017
20 de octubre	Reunión con la Dra. Ballesterero
22 de octubre	Se modifican/ mejoran gráficos
23 de octubre	Se realiza apéndice
24 de octubre	Se realiza capítulo IV y se envía a la Dra. Ballesterero para su revisión
25 de octubre	Se realiza capítulo V Dedicatoria Reconocimientos
26 de octubre	Se recibe corrección de capítulo IV Se realiza resumen: se envía a revisión
27 de octubre	Envío de borrador a las doctoras Ballesterero y Madrigal

## **Referencias bibliográficas**

1. Maddi A, Scannapieco FA. Oral biofilms, oral and periodontal infections, and systemic disease. *Am J Dent*. 2013;26(5):249–54.
2. García Guerrero CCMPTY, Carito E El, Fernández González MC, Valcárcel Llerandi BNM, Botero JE, Bedoya E, Bustamante C A, et al. Enfermedades pulpares y periapicales en trabajadores del Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer Dental pulp and periapical diseases among workers from the. *Av Odontoestomatol [Internet]*. 2009. [acceso 26 de mayo de 2017]; 8(1):71–9. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2465>
3. Rodríguez P, Calero JA. Microbiología pulpar de dientes íntegros con lesiones apicales de origen idiopático. *Colomb Med*. 2008;39(1 SUPPL. 1):5–10.
4. Montealegre Pérez JM, Zeledón Mayorga R., Benavides García M., Gallardo Barquero C. Investigación “ Propiedades fisicoquímicas y disolución de tejido pulpar del hipoclorito de sodio utilizado como irrigante endodóntico en tres centros de atención odontológica de la Caja Costarricense del Seguro Social. *Revista Científica Odontológica* 2014;10(1):43–51.
5. Teniente Díaz de León O, Zamudio Perez E, Jaramillo Tellez I. Infiltración de Hipoclorito de Sodio. Diagnóstico y tratamiento. *Rev Científica Odontológica*. 2008;4 (1):16-19.
6. Del Castillo G., Perea B., Labajo E., Garcia F. Lesiones por hipoclorito sódico en la clínica odontológica : causas y recomendaciones de actuación. *Científica Dent*. 2011;8(1):71–9.

7. Balandrano F. Soluciones para irrigación en endodoncia: hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina. Rev Científica Odontológica [Internet]. 2007. [acceso 20 de setiembre de 2017]., 3 (1):11–4. Disponible en: <http://colegiodentistas.org/revista/index.php/revistaodontologica/article/view/34/69>
8. Valera MC, Maekawa LE, de Oliveira LD, Jorge AOC, Shygei É, Carvalho CAT. In vitro antimicrobial activity of auxiliary chemical substances and natural extracts on *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* in root canals. J Appl Oral Sci [Internet]. 2013. [acceso 22 de marzo de 2017]., 21(2):118–23. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84878182464&partnerID=tZOtx3y1>
9. Vásquez Ribeiro O, Alva A, Marreros Valles J. Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). Rev Amaz Investig Aliment. 2001;1(1):38–42.
10. Rojas J, Mender T, Rojas L, Gullien E, Buitrago A, Lucena M, et al. Estudio comparativo de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ruta graveolens* L . recolectada en los estados de Mérida y Miranda , Venezuela . Av en Química. 2011;6(3):89–93.
11. Pedraza P, Castellanos J. Estudio comparativo de la actividad antimicrónica de diferentes presentaciones comerciales de antibióticos de administración intravenosa a través de métodos *in vitro*. Parte X: Cefoperazona-Sulbactam. Pontif Univ Javeriana [Internet]. 2009. [acceso 22 de marzo de 2017].,9–

10. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis326.pdf>
12. Ballesteros N, Madrigal E, Torres A. Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental: Enjuagues bucales y desinfectantes de cavidades - sustancias alternativas con acción antimicrobiana en la desinfección de preparaciones cavitarias. San José, Costa Rica; 2012.
  13. Alfaro D, Ballesteros N, Correa G, Madrigal E, Rivas C. Sustancias alternativas con acción antibacteriana para la desinfección de cavidades. San José, Costa Rica; 2013.
  14. Ballesteros N, Fernandez D, Ortiz C, Salguero M. Agentes antimicrobianos alternativos de origen natural con acción inhibitoria de *S. mutans* como mecanismo de desinfección de las preparaciones cavitarias dentales. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2014.
  15. Ballesteros N, Díaz L, Montero W. Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental Sustancias Alternativas con acción antibacteriana para la desinfección de cavidades. Sustancias alternativas con acción antimicrobiana para la elaboración de desinfectantes de cavidades. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2015.
  16. Ballesteros N, Brenes S, Campos L. Aceites esenciales con acción antimicrobiana para la elaboración de *Zingiber officinale* desinfectantes de cavidades a partir de (jengibre) y *Piper nigrum* (pimienta negra). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2016.

17. Ballesteros N, Eduarte J, Ramírez Y. Sustancias alternativas con acción antimicrobiana para la elaboración de desinfectantes de cavidades a partir de tomillo (*Thymus vulgaris L.*) y ciprés (*Cupressus*). San José. Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2016.
18. Castañeda M, Maldonado L. Respuesta histológica de la pulpa dental con formocresol 1:5 e hipoclorito de sodio al 5 % en dientes pulpotomizados de *Oryctolagus cuniculus*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2016.
19. López JM. Periodonto Normal [Internet]. Guatemala: Universidad de San Carlos 2011. [acceso 26 de mayo de 2017]., p. 1–42. Disponible en: <https://odonto42012.files.wordpress.com/2011/01/periodonto-normal.pdf>
20. García- Rubio A, Bujaldón Daza AL, Rodríguez - Archilla A. Lesiones periapicales: Diagnóstico y tratamiento. *Av Odontoestomatol*. 2015;31(1):31–42.
21. Rodríguez C, Machado TC, Parejo Maden D, Mayán Reina G, Herrero Herrera L, Velasquez Machado C. Lesiones endoperiodontales y mortalidad dentaria. *Rev haban cienc méd*. 2014;13(4):547–60.
22. López J. Etiología, clasificación y patogenia de la patología pulpar y periapical. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2004;9(1):52–62.
23. Fallis A. Enfermedad periodontal y microorganismos periodontopatógenos. *J Chem Inf Model*. 2013;53(9):1689–99.

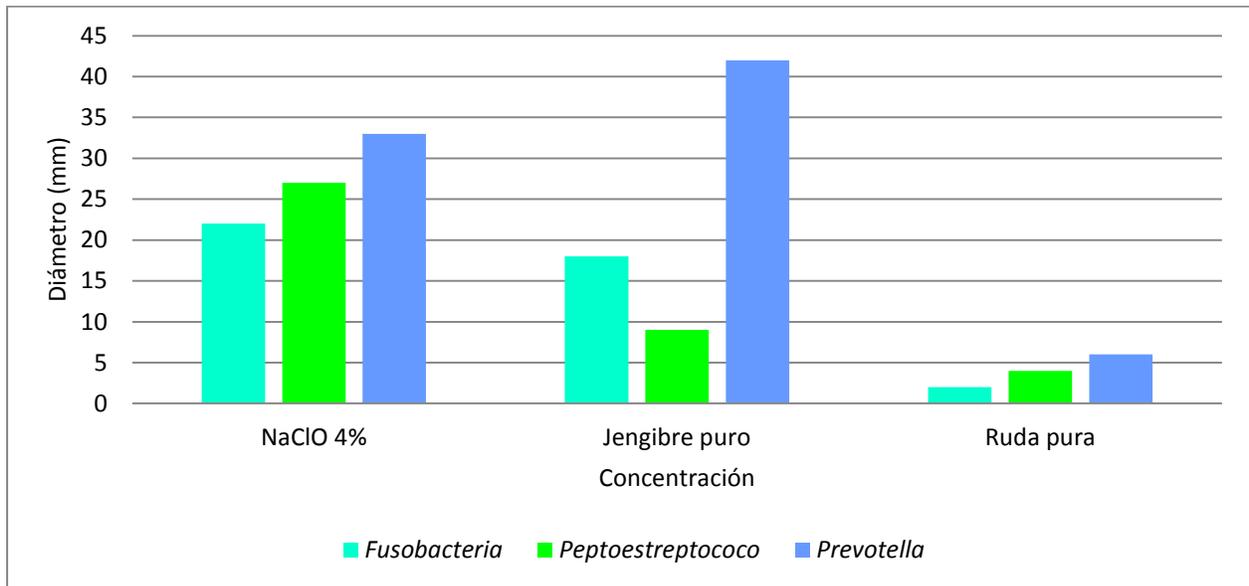
24. Allen S, Koneman E. Diagnóstico microbiológico: Texto y atlas en color [Internet]. 6.<sup>a</sup> ed. Editorial Médica Panamericana; 2008. 98 p. Disponible en : [https://www.ecured.cu/El\\_tejido\\_mesenquimal](https://www.ecured.cu/El_tejido_mesenquimal)
25. van Dalen PJ, van Steenberghe TJ, Cowan MM, Busscher HJ, de Graaff J. Description of two morphotypes of *Peptostreptococcus micros*. *Int J Syst Bacteriol*. 1993;43(0020–7713; 4):787–93.
26. Calderón A., Valdivia E. Actividad antibacteriana *in vitro* de soluciones de propóleo etanólico sobre dos bacterias periodontopatógenas frecuentes en la enfermedad gingivoperiodontal. HOSPITAL MILITAR CENTRAL, LIMA 2010. [Internet]. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2010. [acceso 20 de setiembre de 2017]., Disponible en: <http://www.cop.org.pe/bib/tesis/ALANDANNYCALDERONPUENTEDELAVEGA.pdf>
27. Guilarte C, Perrone M. Bacterias periodontopatógenas: bacilos anaerobios Gram negativos como agentes etiológicos de la enfermedad periodontal [Internet]. Venezuela; 2005. [acceso 23 de agosto de 2017] p. 1–10. Disponible en: [https://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/bacterias\\_periodontopatogenas\\_enfermedad\\_periodontal.asp](https://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/2/bacterias_periodontopatogenas_enfermedad_periodontal.asp)
28. García Luján C, Matínez R. A, Ortega S. JL, Castro B. F.. Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. *Rev Química Viva*. 2010;2:86–96.

29. Contreras R. El Jengibre. La guía 2000 [Internet]. 2014. [acceso 5 de agosto de 2017]] p. 1.
30. Morales A. El cultivo del jengibre *Zingiber officinale* [Internet]. San José, Costa Rica; 2007. [acceso 5 de agosto de 2017] p. 1–13. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/manual-jengibre-pz.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual-jengibre-pz.pdf)
31. Lanka S. Nutrición y educación alimentaria Descripción NUTRICIÓN Y EDUCACIÓN ALIMENTARIA. 2017; 1–4.
32. Bhatkhandeb DS. Extraction of Ginger Oil Using Different Methods and Effect of Solvents , Time , Temperature To Maximize. 2016; 4–7.
33. Inkanat. Jengibre : origen , beneficios y usos. España: Inkanat; 2017. [acceso 19 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.inkanat.com/es/arti.asp?ref=jengibre-propiedades-usos>
34. Jengibre. Guía plantas Med del Magre [Internet]. :56–9. Disponible en: <file:///C:/Users/INVITA~1/AppData/Local/Temp/254928-343917-1-PB.pdf>
35. Instituto salud pública de chile. *Ruta graveolens l.* Cybertesis [Internet]. 2013. [acceso 12 de mayo de 2017]. (1):1–11. Disponible en: [http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fce.77s/doc/monografias/Ruta\\_graveolens.pdf](http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fce.77s/doc/monografias/Ruta_graveolens.pdf)
36. Nelson BC, Putzbach K, Sharpless KE, Sander LC. Citrus aurantium. J Agric Food Chem. 2007;55(24):1–5.

37. Argueta A, Cano L, Rodarte M. Atlas de las plantas de la medicina tradicional Mexicana. Vol. 1. 1994. p. 55–7.
38. Ocampo RÁ, Valverde R. Manual de cultivo y manejo de caléndula. San José, Costa Rica; 2000. 107-109 p.
39. Peredo-Luna H, Palou-García E, López-Malo A. Aceites esenciales: métodos de extracción. Vol. 3, Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. Puebla, México: Universidad de las Américas 2009. p. 8.
40. Dominguez X. Destilacion por arrastre de vapor, características, ventajas y aplicaciones. Química orgánica [Internet]. 2009. [acceso 3 de octubre de 2017](1311):8. Disponible en: <http://organica1.org/1311/1311pdf10.pdf>

## **Apéndices**

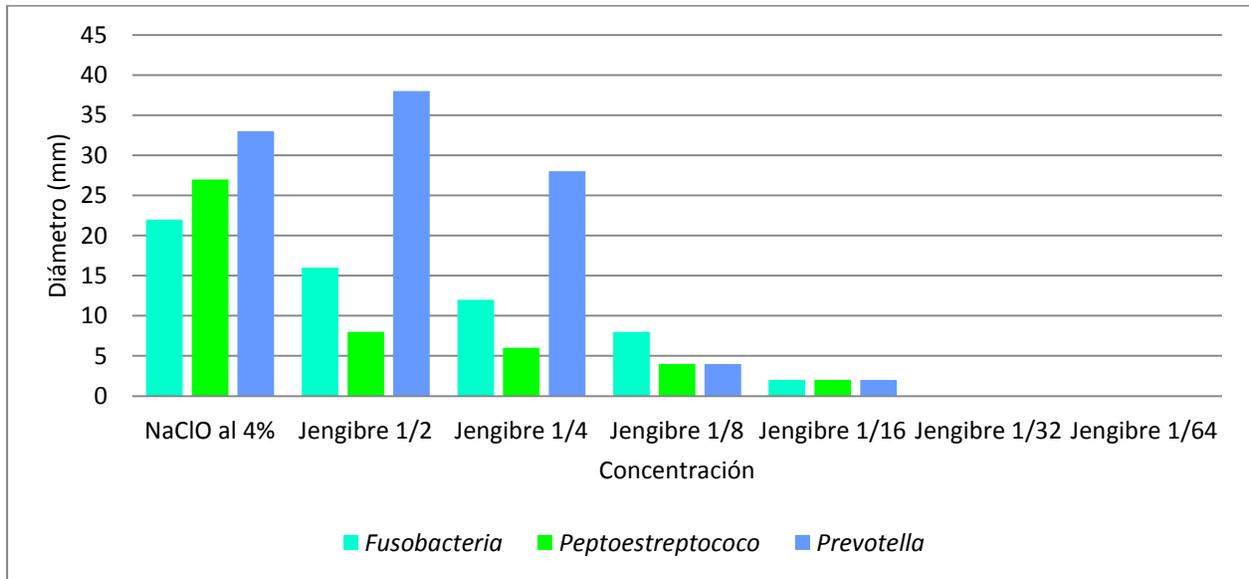
## Apéndice 1



**Figura 1.** Halo inhibitorio de los aceites esenciales de jengibre y ruda vs. halo inhibitorio de NaClO 4 %. (San José, Costa Rica. Setiembre 2017).

Fuente: Elaboración propia, 2017.

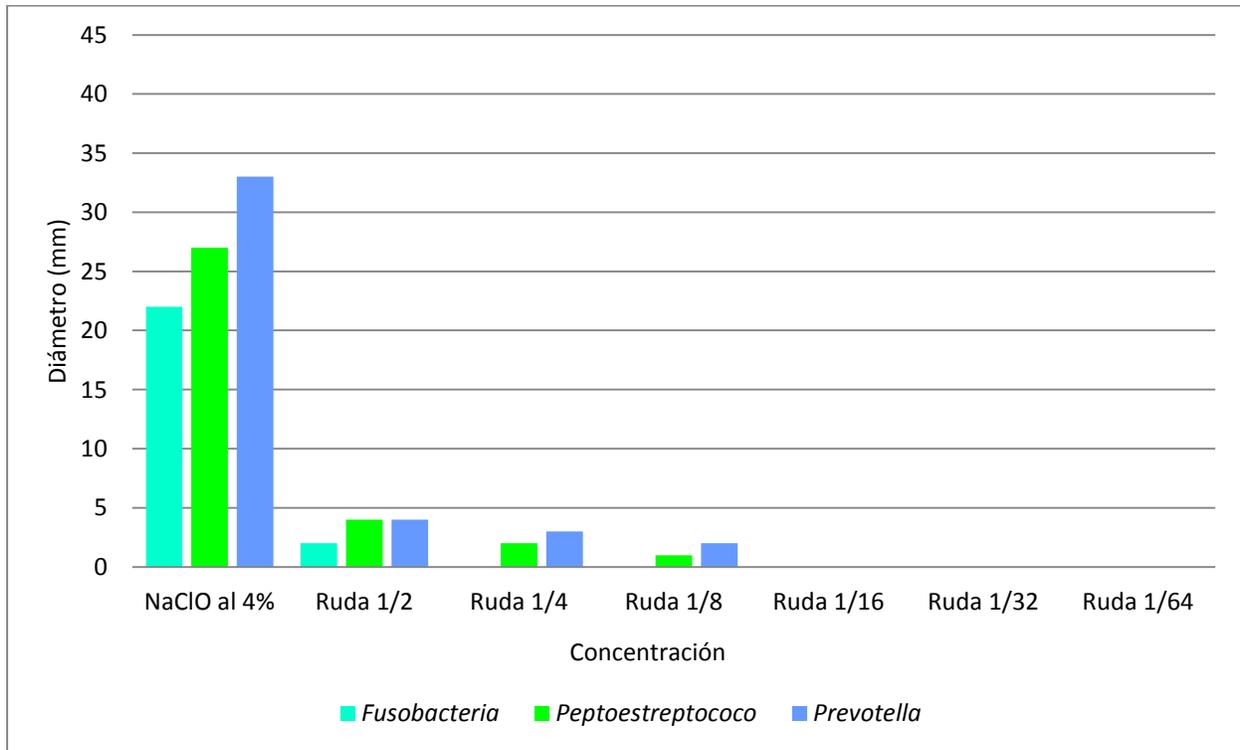
## Apéndice 2



**Figura 2.** Halo inhibitorio del aceite esencial de jengibre a diferentes concentraciones vs. halo inhibitorio de NaClO 4 %. (San José, Costa Rica. Setiembre 2017).

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Apéndice 3



**Figura 3.** Halo inhibitorio del aceite esencial de ruda a diferentes concentraciones vs. halo inhibitorio de NaClO 4%. (San José, Costa Rica. Setiembre 2017).

Fuente: Elaboración propia, 2017.

#### Apéndice 4



**Figura 4.** 620 gramos de jengibre utilizados para la extracción del aceite esencial.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 5



**Figura 5.** Licuado de 620 g de jengibre con 3 L de agua destilada en el balón colocado en el baño de glicerina, listo para iniciar el proceso de destilación.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 6



**Figura 6.** 500 g de partes aéreas de ruda utilizados para la extracción de su aceite esencial.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

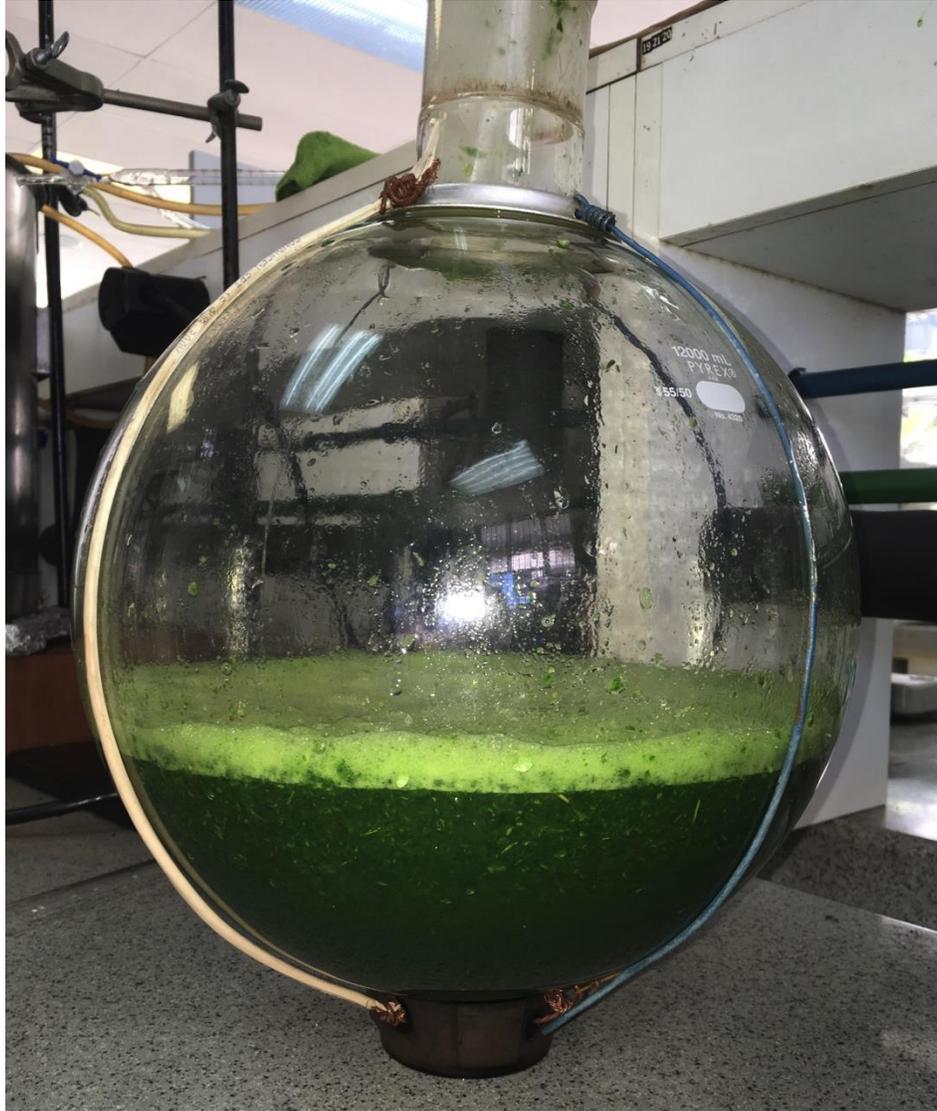
## Apéndice 7



**Figura 7.** Equipo de licuado para la trituración y mezcla de la ruda con agua destilada.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 8



**Figura 8.** Balón con mezcla de 500 g de ruda y 4 L de agua destilada.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 9



**Figura 9.** Sistema de calentamiento de glicerina, conocido como «baño maría».

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 10



**Figura 10.** Equipo de destilación de arrastre por vapor de agua.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 11



**Figura 11.** Condensador que permite el enfriamiento de la mezcla.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 12



**Figura 12.** Aceite esencial de jengibre extraído (2 mL).

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 13



**Figura 13.** Aceite esencial de ruda extraído (1 mL).

Fuente: Elaboración propia, 2017.

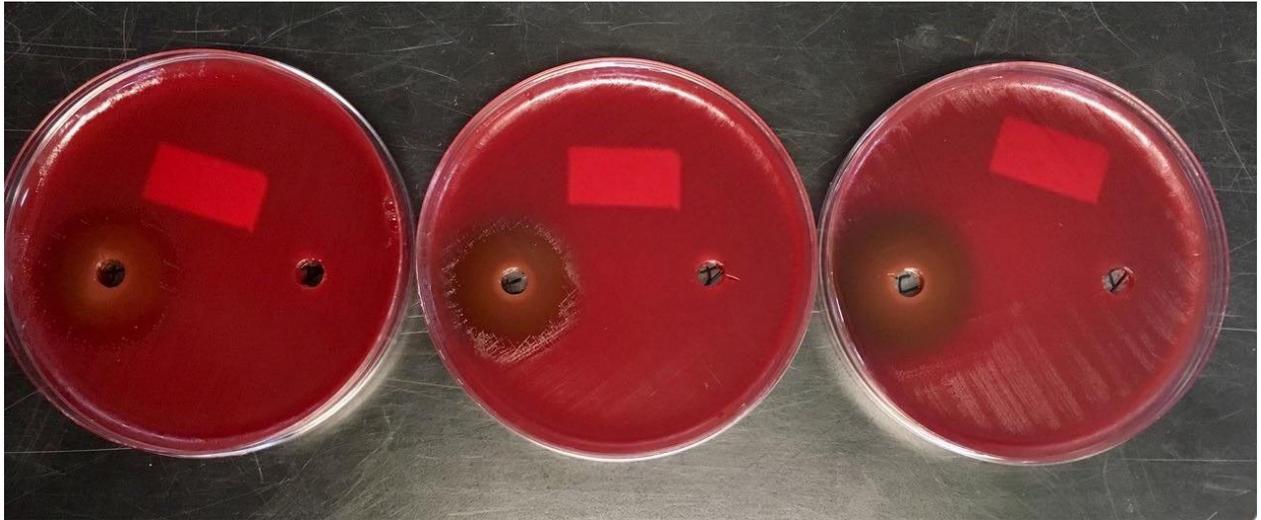
## Apéndice 14



**Figura 14.** Frasco de vidrio donde se almacenó la muestra.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

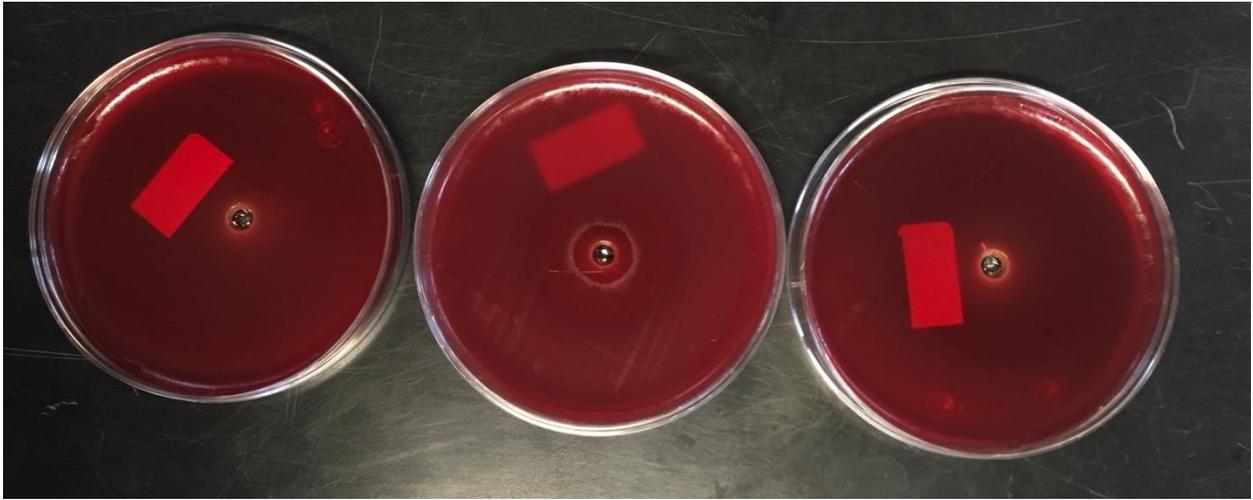
## Apéndice 15



**Figura 15.** Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de *Fusobacteria*, *Peptoestreptococos* y *Prevotella* (de izquierda a derecha) y las sustancias control NaClO 4 % y agua.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

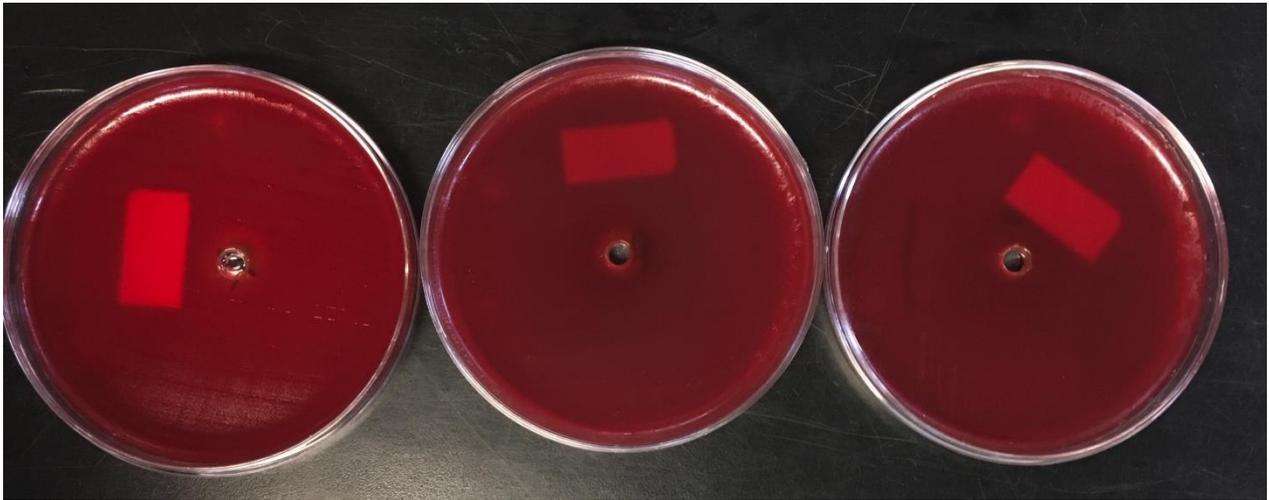
## Apéndice 16



**Figura 16.** Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de *Fusobacteria*, *Peptoestreptococos* y *Prevotella* (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de jengibre puro.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

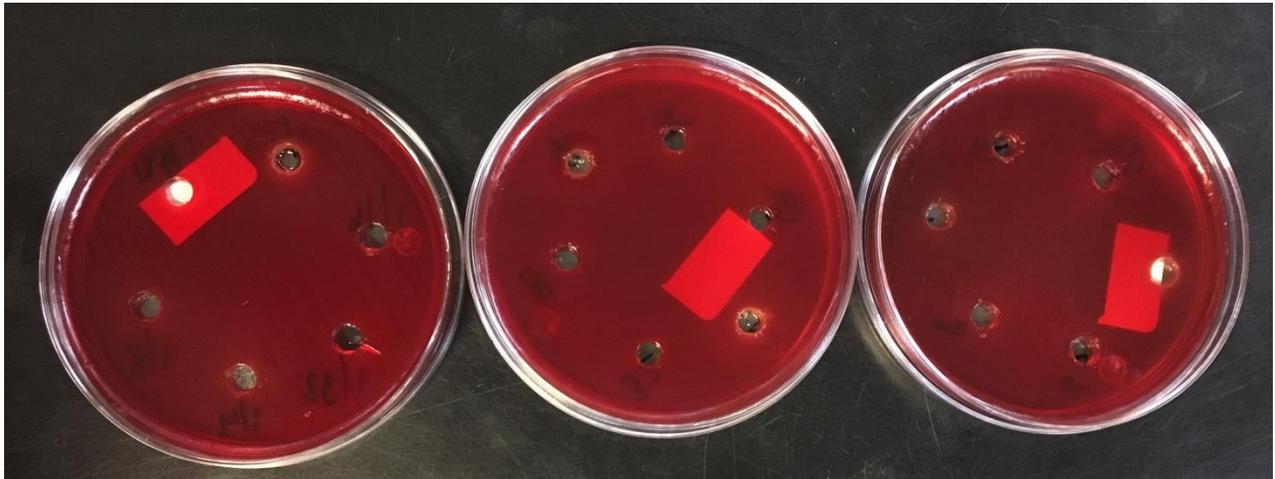
## Apéndice 17



**Figura 17.** Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de *Fusobacteria*, *Peptoestreptococos* y *Prevotella* (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de ruda puro.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

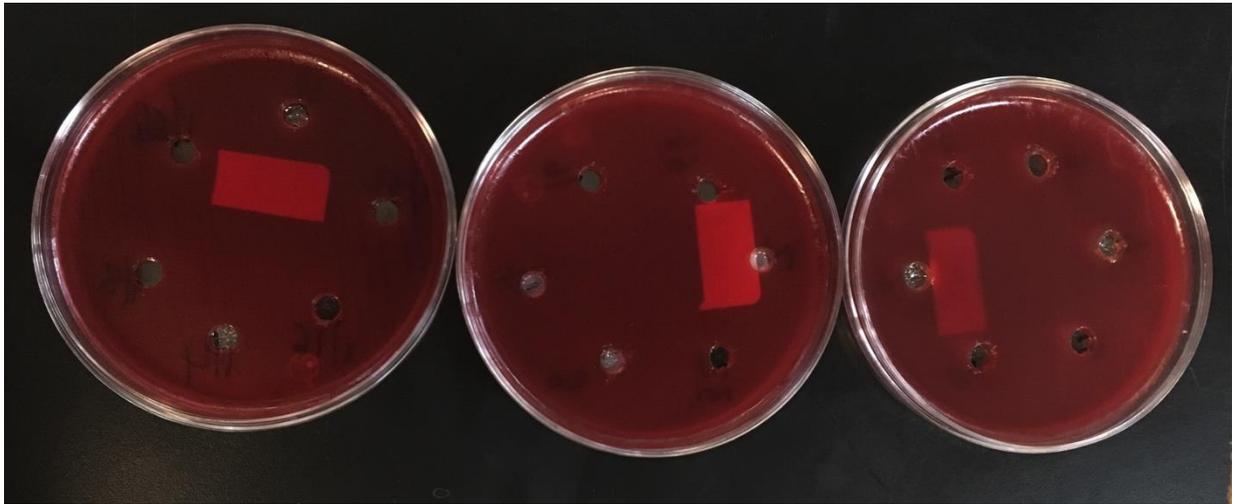
## Apéndice 18



**Figura 18.** Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de *Fusobacteria*, *Peptoestreptococos* y *Prevotella* (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de jengibre en diferentes concentraciones.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Apéndice 19



**Figura 19.** Halos inhibitorios formados en placas de Petri en agar sangre con cepas de *Fusobacteria*, *Peptoestreptococos* y *Prevotella* (de izquierda a derecha) y el aceite esencial de ruda en diferentes concentraciones.

Fuente: Elaboración propia, 2017.