

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO BRENES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

“Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental”

**“Sustancias alternativas con acción antibacteriana para la desinfección de
cavidades”**

Subtema

**“Aceites esenciales con acción antimicrobiana para la elaboración de
Zingiber officinale desinfectantes de cavidades a partir de (jengibre) y *Piper
nigrum* (pimienta negra)”**

Directora: Dra. Natalia Ballester Barquero

Investigadores Asociados:

Dra. Eugenia Madrigal Gutiérrez

Dr. Norman Rojas Campos

Dra. Rosaura Romero Chacón

Sustentantes del Seminario

Nombre	Carné
• Susana Brenes Fallas	A81064
• Laura Campos Olivares	A81285

San José, Costa Rica
2016



HOJA DE APROBACIÓN
MEMORIA
SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Nombre del Proyecto:

“Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental”

Subtema:

“Aceites esenciales con acción antimicrobiana para la elaboración de desinfectantes de cavidades a partir de *Zingiber officinale* (jengibre) y *Piper nigrum* (pimienta negra)”

Sustentantes:

Fecha:

Nombre

Carné

Firma

Susana Brenes Fallas

A81064

Laura Campos Olivares

A81285

Miembros del Tribunal

Nombre:

Firma:

Natalia M^a Ballesteros Barquero

Guillermo Knecht

David Lapunt

Laura Vago

Carlos E. Filley

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Vicerrectoría de Investigación

Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI)

Autorización para la digitalización, inclusión y publicación de trabajos finales de graduación (TFG) en el acervo digital del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica (SIBDI-UCR).

Los abajo firmantes, en su condición de autores del TFG:

AUTORIZAMOS de forma gratuita al SIBDI-UCR, a digitalizar e incluir dicho TFG en el acervo digital del SIBDI-UCR y a publicarlo a través de la página web u otro medio electrónico, para ser accesado según lo que el SIBDI defina para su consulta o divulgación. Dicho texto se publicará en formato PDF, o en el formato que en su momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre y gratuito, permitiendo su consulta e impresión, pero no su modificación. Los autores del TFG, garantizan al SIBDI-UCR que la tesis es el trabajo original que sirvió para la obtención de su Título, que no infringe ni violenta ningún derecho de terceros.

Lic., Licda. _____ # cédula _____

Domicilio: _____

Firma _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____ # cédula _____

Domicilio: _____

Firma _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____ # cédula _____

Domicilio: _____

Firma _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____ # cédula _____

Domicilio: _____

Firma _____, Fecha: _____

Lic., Licda. _____ # cédula _____

Domicilio: _____

Firma _____, Fecha: _____

.....
Para uso interno. Número de tesis: _____

Dedicatoria

A Dios en primer lugar, por demostrarme su amor día a día, por permitirme mirar hacia lo más alto y mostrarme la dirección. Por no permitirme desfallecer en los momentos más duros y regalarme la fortaleza para seguir adelante desde el inicio de mi carrera profesional.

A mis padres y a mi hermano que durante toda la vida me han brindado su apoyo incondicional. Gracias a ustedes he aprendido lo que es el positivismo y la perseverancia y por eso y más estoy donde me encuentro en este momento. Ustedes han sido los pilares durante todos estos años de estudio y este triunfo va dedicado especialmente a ustedes.

No puedo dejar de lado a la familia Zumbado, por estar pendientes de mí desde que era una niña, por estar siempre cuando los necesito. Sin duda alguna ustedes son mi segunda familia. ¡Que Dios los bendiga!

Finalmente, a mi novio que ha estado a lo largo de toda mi carrera, que sin duda alguna ha sido una de las personas que ha vivido todos mis altos y bajos durante estos años. Te agradezco por siempre estar ahí cuando más lo he necesitado, por cada abrazo y cada palabra de aliento. Recuerda “nunca

renuncies a algo que realmente quieres; es difícil esperar, pero es más difícil lamentarse”.

Susana Brenes Fallas

Primero agradezco a Dios por darme fuerzas para llegar hasta aquí, por levantarme, ayudarme en los momentos más difíciles y acompañarme durante toda la carrera. Por ser mi guía, mi sostén, el que levanta mi cabeza.

A mis padres y a mi hermano por su esfuerzo y su apoyo incondicional, gracias por ayudarme y alentarme a seguir adelante a pesar de las circunstancias. Por enseñarme a que vale la pena luchar por lo que se quiere.

Finalmente, a mi esposo por darme apoyo y aliento, por comprenderme, escucharme, alentarme y ayudarme en todo momento.

Laura Campos Olivares

Reconocimientos

Dra. Natalia Ballester Barquero y Dra. Eugenia Madrigal Gutiérrez por la ayuda y el apoyo dado para realizar nuestra investigación.

Al personal de CIPRONA por la ayuda brindada para obtener los extractos de las plantas estudiadas.

Al Dr. Norman Rojas Campos y a la Sección de Bacteriología Médica de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica por la realización de las pruebas *in vitro*.

Hoja de revisión por el filólogo

Por este medio yo, Berny Montero Ortega, mayor, soltero, filólogo, vecino de Paso Ancho, San José, portador de la cédula de identidad número 1-1336-0401, inscrito a la Asociación de filólogos con el carné 256, hago constar:

- Que he revisado el trabajo final del seminario de graduación, denominado *Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental*.
- Que el trabajo final es sustentado por las estudiantes Susana Brenes Fallas, cédula 1-1359-0122, y Laura Campos Olivares, cédula 1-1413-0563.
- Que le he indicado las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad de Costa Rica se suscribe atentamente



Berny Montero Ortega
Bachiller en Filología Española
1-1336-0401

Índice general

	Pág.
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	1
1.2. Planteamiento	3
1.3 Antecedentes sobre el tema	5
1.4. Objetivos del estudio	7
1.4.1. Objetivo general	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Generalidades del jengibre	8
2.1.1. Taxonomía	8
2.1.2. Origen	8
2.1.3. Historia	8
2.1.4. Nombre científico	10
2.1.5. Nombres comunes	10
2.1.6. Características	10
2.1.7. Evidencia científica de la actividad antimicrobiana	13
2.2. Método de extracción del aceite esencial de jengibre	14
2.2.1. Preparación	14
2.2.2. Métodos y reactivos	15

2.2.3. Principales componentes del aceite esencial	16
2.3. Generalidades de la pimienta negra	16
2.3.1. Taxonomía	16
2.3.2. Origen	17
2.3.3. Historia	17
2.3.4. Nombre científico	18
2.3.5. Nombres comunes	18
2.3.6. Características	18
2.3.7. Evidencia científica de la actividad antimicrobiana	23
2.4. Métodos de extracción del aceite esencial de pimienta negra	26
2.4.1. Destilación atmosférica por arrastre con vapor	26
2.4.2. Destilación al vacío por arrastre con vapor	26
2.4.3. Destilación molecular	27
2.4.4. Rota evaporación	27
2.4.5. Destilación atmosférica con solvente	27
2.4.6. Destilación al vacío con solvente	28
2.4.7. Columna de extracción con solvente a temperatura ambiente	28
2.5. Técnicas de concentración	28
2.5.1. Extracción con éter dietílico	28
2.5.2. Extracción con diclorometano	29
2.5.3. Extracción con alcohol	29

2.5.4. Extracción con solventes misceláneos	30
2.6. Mecanismo de acción del aceite esencial	30
2.7. Factores que afectan la adhesión con el uso de aceites naturales como desinfectantes de cavidades preparadas	33
CAPÍTULO 3. METODOS DE TRABAJO	36
3.1. Extracción del aceite esencial	36
3.2. Prueba in vitro	37
3.3. Ensayo de actividad antibacteriana	38
CAPÍTULO 4. DESARROLLO	43
4.1. Resultados	43
4.2. Conclusiones	44
4.3. Discusión	45
4.3.1. Extracto de jengibre	45
4.3.2 Extracto de pimienta negra	47
4.4. Recomendaciones	48
CAPÍTULO 5. PARTE FINAL	50
5.1. Cronograma	50
5.2. Factores facilitadores/Obstáculos y dificultades	58
5.3. Bitácora	59
5.4. Referencias bibliográficas	62
5.5. Apéndices	70

Índice de ilustraciones

	Pág.
Gráfico 1. Diámetro del halo inhibitorio del aceite esencial de jengibre y del extracto de pimienta negra puro, al 50% y 25% vs. gluconato de clorhexidina al 2%, 1% y 0,5%. San José, Costa Rica. Agosto 2016.	70
Figura 1. 1033,6g de jengibre utilizado para la extracción del aceite de jengibre.	71
Figura 2. Peso del jengibre más la bolsa 1035,7g.	72
Figura 3. Equipo utilizado para licuar el jengibre junto con agua destilada (3500mL) para la extracción del aceite esencial de jengibre	73
Figura 4. Balón que contiene el licuado de jengibre.	74
Figura 5. Sistema de calentamiento con glicerina (100°C - 120°C) para la extracción del aceite esencial del jengibre.	75
Figura 6. Sistema de hidrodestilación para la extracción del aceite esencial de jengibre.	76
Figura 7. Aceite esencial del jengibre	77
Figura 8. Placas de Petri en agar sangre con <i>S. mutans</i> ATCC cepa 35688 con jengibre.	77
Figura 9. Granos de pimienta negra utilizada para la extracción del extracto de pimienta negra.	78

	Pág.
Figura 10. Equipo utilizado para moler los granos de pimienta negra para la extracción del extracto de pimienta negra.	78
Figura 11. Solvente etanol utilizado para la extracción del extracto de pimienta negra.	79
Figura 12. Equipo de extracción Soxhlet. Calentador, balón, soxhlet, condensador y mangueras.	80
Figura 13. Filtración del extracto obtenido de pimienta negra.	81
Figura 14. Equipo Rotavapor, el cual logra la separación del solvente etanol.	82
Figura 15. Peso del extracto de pimienta negra sin el peso del vial.	83
Figura 16. Placas de Petri en agar sangre con <i>S. mutans</i> ATCC cepa 35688, con pimienta negra y su duplicado.	83
Figura 17. Placa de Petri en agar sangre con <i>S. mutans</i> ATCC cepa 35688, la gluconato de clorhexidina es utilizada como control.	84

Índice de abreviaturas

Centro de Investigaciones en Productos Naturales	CIPRONA
<i>Escherichia coli</i>	<i>E. coli</i>
Organización Mundial de la Salud	OMS
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>P. aeruginosa</i>
<i>Staphylococcus aerous</i>	<i>S. aerous</i>
<i>Streptococcus mutans</i>	<i>S. mutans</i>
Universidad de Costa Rica	UCR

Resumen

El concepto de preparación cavitaria en Odontología, se refiere a aquel espacio remanente en la pieza dentaria después de eliminar el tejido dental infectado. Una vez realizado lo anterior, se deben hacer una serie de procedimientos dentro de los cuales se encuentra el desinfectar la superficie a tratar, con el propósito de eliminar bacterias en su totalidad o disminuir al mínimo éstas antes de realizar la restauración definitiva, para lograr el éxito del tratamiento (1, p57).

Actualmente se sabe que las plantas medicinales tienen gran variedad de funciones médicas, por lo que en esta investigación se pretende estudiar el uso de los aceites esenciales del jengibre y pimienta negra, para conocer qué tan efectivos son éstos para eliminar al *S. mutans* en las cavidades dentales, siendo este uno de los microorganismos que se encuentran implicados en el proceso de la caries dental (2, p76).

Según los resultados encontrados en esta investigación, el jengibre demostró tener actividad antimicrobiana ante el *S. mutans*; sin embargo, el extracto de pimienta negra no tuvo efecto inhibitorio. Para ambas plantas se utilizó el gluconato de clorhexidina al 2% como sustancia control.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

En la actualidad constituye un desafío para la ciencia la utilización de sustancias naturales en el tratamiento de diversas enfermedades. El reino vegetal ofrece una variedad de sustancias potencialmente útiles aplicables como terapias alternativas para enfermedades producidas por microorganismos (3, p385).

Algunas plantas contienen compuestos químicos con carácter antimicrobiano. Hasta el momento se conoce un porcentaje pequeño de los componentes naturales procedentes de las plantas, por lo cual el arsenal terapéutico del reino vegetal es incalculable (3, p392). En la UCR desde el año 2010, se han estado realizando investigaciones con aceites esenciales de plantas comestibles que se cultivan en el país, las cuales han mostrado resultados prometedores (4, p26; 5, p34, 35; 6, p40; 7, p35).

Una de las enfermedades orales con mayor prevalencia es la caries dental. Se ha encontrado que uno de los tipos bacterianos implicados en el proceso son los *S. mutans*. Sin embargo, estudios en ARN (ácido ribonucleico) y ADN (ácido desoxirribonucleico) muestran que esta colonia bacteriana representa una

pequeña fracción de la gran variedad de bacterias que causan dicha afección (2, p76).

Estudios han demostrado que, al realizar la detección de patógenos en la caries dental, los *S. mutans* se encuentran en bajos niveles. Por lo tanto se ha propuesto no sean consideradas bacterias de carácter infeccioso, sino como microorganismos que, en circunstancias donde predomina la homeostasia, viven como simbiosis. Dichos organismos son bacterias residentes en la cavidad oral, por lo cual el sistema inmune no tiene respuesta contra ellas, pero que poseen el gran potencial para causar diferentes tipos de enfermedades (2, p81).

Según la OMS, entre un 60% a 90% de niños y un 100% de adultos presentan caries dental. Lo anterior la convierte en una enfermedad con alta incidencia a nivel mundial (8, p1).

Al eliminar las caries es esencial realizar una limpieza adecuada de las preparaciones cavitarias antes de la colocación de cualquier material restaurador. Por ese motivo, se utilizan diferentes tipos de desinfectantes (1, p57).

1.2. Planteamiento

Uno de los principales problemas durante la remoción de caries y la preparación cavitaria dental se presenta al no poder obtener un ambiente libre de bacterias. Esta complicación conlleva fracasos en las restauraciones, pues el éxito en operatoria dental depende de la eliminación de las estructuras contaminadas e infectadas (9, p3).

En operatoria dental, se recomienda la antisepsia de cavidades y preparaciones dentales, con el fin de disminuir la sensibilidad postoperatoria, la caries residual y la necrosis pulpar que se deben, en la mayoría de ocasiones, a las bacterias que quedan en el fondo de la preparación por la falta o inadecuada desinfección. Es indispensable que la limpieza elimine detritus, dentina infectada y microorganismos de la preparación cavitaria (1, p57). Los desinfectantes más usados en odontología restauradora son el gluconato de clorhexidina al 2% y el hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% (1, p2).

Actualmente en el mercado existen diversas sustancias para la desinfección de cavidades. Dentro de ellas se encuentra el gluconato de clorhexidina que es muy eficaz y tiene propiedades antisépticas de acción antibacteriana de amplio

espectro (activa frente a organismos Gram negativos y Gram positivos) y fungicida (9, p13).

El hipoclorito de sodio es usado principalmente como un irrigante durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares en tratamientos endodónticos. No obstante, también puede ser utilizado como desinfectante de cavidades, puesto que destruye bacterias, hongos, esporas y virus debido a que posee un pH alto. Sin embargo, es tóxico e irritante para los tejidos de la cavidad oral. Esta sustancia ejerce su acción mediante el contacto directo con los microorganismos, pero actúa únicamente sobre materia orgánica de pulpa y predentina. Por otro lado, es incapaz de remover el barro dentinario (1, p22), superficie ligeramente compacta de material desorganizado, el cual se produce después de haber efectuado procedimientos operatorios sobre la dentina (10, p177).

La investigación de productos naturales como agentes desinfectantes de cavidades dentales preparadas es sumamente importante, ya que los productos con los que se cuenta actualmente presentan sus desventajas que se podrían eliminar al encontrar un componente natural que cuente con poder desinfectante y que no sea tóxico (1, p22). Por ejemplo, el hipoclorito de sodio no se considera compatibles con tejidos vitales, ya que este en particular es abrasivo con ellos. Por

otro lado, el yodo es un irritante pulpar que puede inducir a hipersensibilidad. El gluconato de clorhexidina, en usos prolongados, produce pigmentaciones en piezas dentales, restauraciones y alteraciones en el gusto (11, p5-8).

Ésta investigación pretende responder la interrogante: ¿son los aceites esenciales del jengibre y la pimienta negra agentes antimicrobianos contra el *S. mutans* y, por tanto, potencialmente útiles para la desinfección de cavidades dentales preparadas?

1.3. Antecedentes

Los estudios que han analizado diversas sustancias naturales, evalúan la efectividad de cada aceite esencial extraído como desinfectante de cavidades, mediante el uso de cultivos en placas de Petri que contiene la cepa ATCC 35688 de *S. mutans*. (4, p26; 5 p34; 6 p40; 7 p35).

En 2012, gracias a los análisis realizados en la Universidad de Costa Rica, se encontró que las muestras de güísaro y juanilama presentaron actividad antimicrobiana mínima, debido a que solamente alcanzaron 6mm en el halo inhibitorio (4, p26).

En 2013, durante la segunda etapa del proyecto, se compararon los extractos de las plantas de ajo y té negro. Sin embargo, ninguna demostró actividad bacteriana contra el *S. mutans*, en comparación con el gluconato de clorhexidina al 2% (5, p34-35).

Posteriormente, en 2014, durante la tercera etapa de agentes antimicrobianos alternativos de origen natural con acción inhibitoria de *S. mutans* como mecanismo de desinfección de cavidades dentales, se comparó la efectividad de las plantas de hombre grande, piña y ruda con respecto al gluconato de clorhexidina al 2%. En primer lugar, con hombre grande en estado puro, se presentó cierta sensibilidad al extracto. En segundo lugar, se demostró que la piña no tiene actividad antimicrobiana ante el *S. mutans*. Por su parte, la ruda fue la más efectiva contra la cepa. No obstante, ninguna de las plantas analizadas mostró mayor actividad que el gluconato de clorhexidina (6, p40).

Finalmente, en 2015, se desarrolló la cuarta etapa del trabajo de investigación *Alternativas no tradicionales para el control del biofilme dental*. En él se analizó tanto una muestra de macadamia como de tomillo, y se determinó que el extracto oleoso de la primera no es efectivo como desinfectante de cavidades orales, a diferencia del extracto de tomillo que posee gran capacidad antimicrobiana (7, p35).

1.4. Objetivos del estudio

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el potencial antibacteriano del aceite esencial extraído del jengibre y de la pimienta negra como posibles alternativas para la desinfección de preparaciones cavitarias dentales contra *S. mutans*.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Estudiar las características principales tanto del jengibre como de la pimienta negra y determinar la mejor opción para la extracción de sus aceites esenciales.
2. Realizar la extracción del aceite esencial de cada planta estudiada para efectuar las pruebas *in vitro* en cultivos de *S. mutans*.
3. Evaluar la efectividad del aceite esencial extraído del jengibre y de la pimienta negra como desinfectantes de cavidades contra la bacteria *S. mutans*, en comparación con el gluconato de clorhexidina al 2%.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del jengibre

2.1.1. Taxonomía (12, p18; 13 p7):

- Clase: *Angiosperma*
- Subclase: *Monocotyledoneae*
- Orden: *Zingiberales*
- Familia: *Zingiberaceae*
- Género: *Zingiber*
- Especie: *Officinale*
- Reino: Vegetal

2.1.2. Origen: Se data el uso del jengibre hace 3 000 años en el sureste de Asia (14, p167).

2.1.3. Historia:

El jengibre llegó a Persia en el siglo V a.C. durante el reinado de Darío. A lo largo del siglo I d.C., los fenicios lo distribuyeron por todo el Mediterráneo. En el siglo II d.C., se volvió un producto significativo en las importaciones realizadas en Alejandría, y se convirtió en la segunda especia más utilizada por los romanos después de la pimienta (14, p168).

En el siglo IX d.C. el jengibre llegó a Francia y Alemania y, tiempo después, a Inglaterra y América. En esta última región, en el siglo XI d.C., era muy utilizada por la incursión de productos como el Ginger Ale, cerveza y té. Asimismo fue introducido en África por los portugueses y a las Antillas por los españoles (14, p168).

En la actualidad, alrededor del mundo se cultiva en lugares con clima tropical, por ejemplo, en la región de Gingi en India, al este de Pondichery; también en China, Australia, Hawái, Japón, Indonesia, Vietnam y el Caribe (14, p168).

Además, en las culturas indias y chinas, por años han utilizado el jengibre para aliviar la indigestión. Los chinos, los griegos y los romanos la consideraron como un alimento picante para equilibrar la comida fría, lo que crea con su uso una armonía (12, p17). El *Zingiber officinale* (jengibre) es la primera raíz de

especie oriental de uso mundial. Se utiliza como alimento, aromatizante, medicina, entre otros (12, p18).

2.1.4. Nombre científico: *Zingiber officinale* (12, p18).

2.1.5. Nombres comunes: Jengibre, gengibre (12, p18).

2.1.6. Características:

Las plantas de este orden forman rizomas, los cuales son tallos que se reproducen de manera subterránea. Estas contienen una gran cantidad de almidón y otros tipos de sustancias importantes (12, p17).

En el rizoma se producen pseudo-tallos de un tamaño entre 50cm y 100cm. Su color es verde pálido. La raíz de la planta presenta un sabor picante debido a aceites aromáticos y resinas. En la composición de los rizomas se encuentra el hierro, fosforo y ácido ascórbico (13, p8).

En Costa Rica, se cultiva principalmente en la Zona Norte. En el año 2004, se comenzó con la siembra en la Región Brunca, y su producción va en aumento.

En el 2006, se empezó su cultivo en Pérez Zeledón y en Buenos Aires de Osa (13, p8).

El jengibre es una planta que se adapta bien a las zonas tropicales con temperaturas entre los 25 ° C – 30 ° C, y lluvias mínimas entre 2 000mm hasta los 4000mm por año (13, p8).

Los suelos que tienen buen drenaje son los más adecuados para su producción, pues son aluviales y cuentan con un contenido rico de materia orgánica. Se recomienda arar y realizar dos pasadas con rastra para una mejor producción. Además es aconsejable hacer canales de guardia y secundarios para la deposición de agua, con el fin de evitar la erosión. Es importante conservar los suelos antes de realizar la siembra, para no causar daños mecánicos posteriores a las plantas (13, p8).

La propagación de la planta es vegetativa (8, p8), por lo que es difícil observar la formación de semillas. Los rizomas deben estar sanos y tener entre 3 o 4 brotes con un peso promedio de 50 gramos (13, p9).

El tratamiento del jengibre corresponde, primeramente, en remover el material podrido. Después se debe sumergir la semilla en una solución fungicida,

bactericida y cicatrizante, para finalmente crear sombra por un período de dos días. Luego se podrá sembrar (13, p9).

En cuanto a la siembra en las zonas con lluvias constantes, se debe efectuar en lomillos altos. La distancia comúnmente utilizada es de 1,20 metros entre surco por 0,40 metros entre plantas (13, p9).

Con respecto a la fertilización, se recomienda que el productor realice un análisis del suelo donde va a sembrar; de ese modo, con su asesor técnico, podrá seleccionar las fórmulas que más se adecuan y evitar aplicaciones de fertilizantes innecesarios. También es importante recordar que se deben realizar tres aporcadas (término usado para describir el proceso de cobertura de las plantas con tierra) como mínimo. Generalmente, se hace después de cada fertilización (13, p9).

La cosecha se realiza a los 9 meses cuando el producto presenta una coloración amarillenta, un síntoma de la maduración del producto, en la parte aérea, hojas y tallo (13, p10).

Dentro de los usos del jengibre se destacan (14, p170):

1. Diaforético y antigripal (fiebre, escalofríos, cefalea, congestión nasal, gripes, resfriados, rinitis).
2. Digestivo y antiemético.
3. Antitusivo y expectorante (bronquitis agudas o crónicas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica).
4. Desintoxicante en aquellos casos de toxicidad con mariscos.
5. Inhibidor de la agregación plaquetaria inducida por adenosindifosfato o adrenalina, al causar una inhibición de la síntesis de tromboxanos.
6. Hipolipemiente: en ensayos con animales se ha logrado observar que disminuye las concentraciones de triglicéridos, colesterol unido a lipoproteínas de muy baja densidad y a lipoproteínas de baja densidad.
7. Antiinflamatorio: en artritis reumatoide y molestias musculares. Esta función probablemente se debe al efecto inhibidor de la ciclooxigenasa y la lipooxigenasa. Además disminuye la síntesis de leucotrienos y prostaglandinas.

2.1.7. Evidencia científica de la actividad antimicrobiana

Se ha logrado encontrar que el jengibre tiene efecto contra el crecimiento de bacterias Gram positivas y Gram negativas como *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhimurium*, *S. aureus* y *Streptococcus viridans* (14, p171).

Según un estudio realizado en el 2001, por medio de pruebas de sensibilidad con aceite esencial del jengibre, se presentó una actividad antimicrobiana sobre *Bacillus cereus*, *S. aureus* y *Streptococcus faecalis* (enterococos) (15, p42).

Dentro de los principios activos que se han resaltado para el jengibre, se encuentran (14, p168):

- Aceite esencial (0,3%–3,3%): con zingibereno, dextrocamfeno, felandreno, metilheptenona, pinol linanol, geraniol, citral, borneol, β -bisaboleno, farneseno, α -curcumeno, zingiberol (responsable del olor) y aldehídos decílicos y nonílicos.
- Resina (5%–80%): a este principio activo se debe gran parte de su sabor picante, por su composición fenólica como el gingerol (0,6%–1,4%) y zingiberona. Diarilheptanoides (gingerenonas A y B). Ceras, aceite fijo (3,7%), pectina (0,05%), almidón, asmazona, azúcares, mucilagos, ácidos orgánicos y sales minerales (5%).

2.2. Método de extracción del aceite esencial

2.2.1. Preparación

Limpieza: se deben eliminar la tierra y las raíces de forma cuidadosa, utilizando cuchillos con punta roma, preferiblemente de acero inoxidable. Además, se realiza la separación de escamas que cubren el rizoma (15, p39).

Lavado: se utiliza abundante flujo de agua potable a temperatura ambiente. Después se deja escurrir y secar por seis horas para la eliminación de la humedad (15, p39).

Cortado: se recomienda cortarlas a un espesor de 1cm para facilitar el secado (15, p39).

Secado: facilita la extracción del aceite y además aumenta el tiempo de almacenamiento, si fuera el caso que no se va a extraer de forma inmediata. Este procedimiento se puede realizar de diferentes formas: secado natural bajo el sol, secado natural bajo cobertizo o mediante un horno a 60°C (15, p39).

Molienda: se realiza para obtener un mayor número de partículas para aumentar la efectividad de la extracción al incrementar la superficie de contacto (15, p39).

2.2.2. Métodos y reactivos

Entre los reactivos que se pueden utilizar están: benceno, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, sulfato de potasio, sulfato de cobre y fenolftaleína (15, p39).

Uno de los métodos utilizados en el que se obtiene el aceite es mediante el arrastre por el vapor de agua, que al condensarse forma una mezcla de aceite esencial más agua. Posteriormente se realiza la eliminación del agua, al colocar la mezcla en una pera de separación. Por medio de ella, es posible apartar la mayor cantidad de agua, debido a la diferencia de densidades. El agua remanente es separada mediante congelación (15, p40).

2.2.3. Principales componentes del aceite esencial

Dentro de los componentes más importantes se encuentran: α -zingibereno, Ar-curcumeno, β -sesquifelandreno, Teraniol, β -mirceno, citral, geranial (15, p41).

2.3. Generalidades de la pimienta negra

2.3.1. Taxonomía (16, p3):

- Clase: *Dicotiledóneas*
- Orden: *Piperales*

- Familia: *Piperaceae*
- Género: *Piper*
- Especie: *Piper nigrum*
- Reino: Vegetal

2.3.2. Origen: la India (17,1)

2.3.3. Historia:

Teofrasto, en el siglo IV a. C., menciona dos especias que corresponden a la pimienta negra y a la pimienta larga. La primera descripción somera de la planta fue dada por Cosmas Indicopleustes. En la Edad Media, el monopolio de su comercialización se encontraba entre Venecia y Génova y era la más cara de las especias (17, p10).

La demanda era tan alta que los portugueses buscaron vías alternas para poder conseguir de una forma más fácil la pimienta. Por ello se buscó un camino diferente para llegar a la India con el fin de apoderarse del mercado de la pimienta hasta el siglo XVII. Luego, el cultivo fue extendido a varias naciones como las islas de Malasia (18, p10).

La pimienta fue una de las primeras especias que se introdujeron a Europa con la apertura del comercio terrestre con el Oriente. Posteriormente, las plantas de pimienta fueron llevadas a Indonesia por los colonizadores indios, aproximadamente 100 a.C. y de Indonesia a Malasia en 600 a.C. Muchos siglos después, cuando se descubrieron las rutas marítimas a las Indias Orientales, los portugueses, españoles, franceses, ingleses y holandeses se interesaron en el lucrativo negocio de las especias del Lejano Oriente hacia Europa y, en los años siguientes, hacia el nuevo mundo (18, p10).

2.3.4. Nombre científico: *Piper nigrum* (16, p3)

2.3.5. Nombres comunes: Pimienta, pimienta negra (16, p3)

2.3.6. Características;

La pimienta negra (*Piper nigrum*) es una planta perenne, que vive durante varias temporadas. Es una de las especias más antiguas y más populares del mundo. En India se utiliza en medicina tradicional desde hace muchos siglos. En la actualidad, este país es uno de los mayores productores de ésta especia. Muchos países la importan y actualmente existen muy pocos productores, en

América Latina, el principal es Brasil y el que más la importa, Estados Unidos (17, p1).

La familia de la pimienta contiene aproximadamente doce géneros y mil cuatrocientas especies de hierbas, arbustos y árboles nativos. El género *Piper* incluye de 600 a 700 especies, muchas de las cuales tienen propiedades aromáticas (18, p7).

Piper nigrum es una planta lisa que trepa por medio de sus raíces adhesivas. Los tallos son redondos, con nudos engrosados, opacos y de color verde claro o verde amarillento. Las hojas son dísticas (hojas que salen a ambos lados del tallo) de peciolo corto (la parte de la hoja que se une al tallo), ampliamente ovadas elípticas (ovalada sin punta marcada) u ovadas oblongas (en forma de huevo con la extremidad afilada, por otro lado, oblonga es de forma alargada con lados ligeramente paralelos), con la base oblicua, obtusa o redondeada y el ápice abruptamente acuminado (presenta estrechamiento hacia un punto), coriáceo (de consistencia similar al cuero), de color verde oscuro y brillante por arriba, verde blanquecino o verde mar, opaco. Se encuentra provisto de puntos blancos con vellosidad en su parte baja (18, p7).

Las flores son pequeñas, generalmente unisexuales y levemente olorosas. Las masculinas tienen dos estambres, mientras que las femeninas tienen entre 3 a 4 ovarios redondos, y rara vez cinco estigmas. Las brácteas de las flores femeninas son ampliamente ovadas, carnosas y adheridas al raquis (18, p7).

El tallo que sale de la planta es leñoso y las ramas llevan unas raicillas para fijarse sobre un soporte. Las flores se disponen en espigas, los frutos son bayas pequeñas sésiles, globosas, de 0,3cm-0,6cm de diámetro, inicialmente de color verde, luego pasa a amarillo, al madurar se torna rojo y, finalmente, negras cuando se secan (18, p3).

La pimienta negra se recolecta cuando los frutos no están maduros y las espigas se dejan secar hasta que la superficie de los frutos se pone negra y rugosa, su forma es esférica y de 4mm a 5mm de diámetro (17, p1).

La pimienta es un cultivo de zona tropical húmeda, se adapta a altitudes inferiores a 1 000msnm. Requiere un clima caliente y húmedo, con precipitaciones anuales entre 1 500mm a 2 500mm y una temperatura anual media óptima, entre 25°C y 30°C. Se recomienda iniciar la siembra al inicio del periodo de lluvias (18, p11).

Con respecto a su reproducción, se recomienda para esta especie los esquejes (tallo o ramo de una planta que se injerta en otra o se introduce en la tierra para multiplicar) con tres a cuatro nudos, provenientes de los tallos verticales, vigorosos y de plantas productivas, cuya edad no sea mayor a cinco años. Los esquejes deben mantenerse en lugares entre 50% a 75% de sombra, con alta humedad relativa. Además, no deben tener hojas ni ramas ni ser cortados en la base de un nudo. También se puede realizar la multiplicación *in vitro* de la pimienta, a partir de embriones somáticos (18, p9).

Para la siembra de la pimienta se entierran estacas en sus dos terceras partes de aproximadamente 60cm de largo. Las plantas de pimienta son trepadoras, por lo cual necesitan un apoyo o soporte para su crecimiento, pueden ser árboles de madero negro, de poró o postes de madera sanos o de concreto, para dar soporte a las guías (18, p9).

La pimienta se utiliza en muchos países de Asia como un estimulante en el tratamiento de los cólicos, el reumatismo, dolor de cabeza, disentería, cólera y dolor menstrual. Adicionalmente, elimina el exceso de gas desde el tracto gastrointestinal y aumenta el flujo de la orina. También se usa en la medicina popular para los trastornos estomacales, la neuralgia y la sarna (19, p147).

La pimienta negra tiene propiedades digestivas, antioxidantes, anticancerígenas y actividad antibacteriana (20, p357). Asimismo, se ha demostrado que tiene actividad antimicrobiana con propiedades medicinales que se utilizan para tratar el vértigo, asma, indigestión crónica, toxinas del colon, obesidad, sinusitis, congestión nasal, fiebre, artritis y diarrea (21, p213).

Sus frutos contienen un aceite esencial responsable de su aroma. Estos se encuentran constituidos por más de 100 componentes distintos, principalmente hidrocarburos terpénicos: 50%–74% de monoterpenos (beta-pineno, limoneno, etc.), 20%–35% de sesquiterpenos (beta-cariofileno, etc.) y, además, una proporción mucho menor de terpenoides oxigenados (13 %). Los responsables del sabor picante son amidas de la piperidina con ácidos aromáticos insaturados, principalmente piperina (17, p1).

Los principales componentes de los aceites volátiles de pimienta negra son: α -pineno- y β -pineno, sabineno, limoneno, δ -carena, α -felandreno, y β -cariofileno (18, p1913).

La pimienta negra se compone de carbohidratos, grasas, proteínas, fibra, vitamina C, beta carotenos, tiamina, riboflavina, minerales como boro, calcio, cloro, cromo, cobalto, cobre, hierro, yodo, zinc y sodio. Además, presenta ácido

benzoico, ácido butírico, ácido cinámico, ácido hexanoico. Por otro lado, cuenta con monoterpenos como levo-cineol, felandreno, pineno, limoneno, sabineno, mirceno, delta-3-careno; alcoholes terpenos como borneol, linalol, carvona. Fenoles como el carvacol; sesquiterpenos como beta-cariofileno, humuleno, bisaboleno; fenilpropanosafrol y miristicina; alcaloides piperina, chavicina, ácido pipérico y piperidina; aldehídos como citral, enzimas ubiquinona. Finalmente, tiene aceites esenciales monoterpenos en un 70% a 80% y sesquiterpenos en un 20% (18, p19).

La piperina y ácido pipérico, podrían ser utilizados como antioxidantes naturales y agentes antibacterianos, en la conservación de alimentos y la salud humana. Algunos estudios han demostrado que la piperina posee un anti-inflamatorio, analgésico y alta actividad antioxidante (15, p634).

2.3.7. Evidencia científica de la actividad antimicrobiana:

La pimienta negra ha sido objeto de estudio por su posible efecto antimicrobiano y antioxidante natural (17, p3). Esta especia inhibe el crecimiento de microorganismos. Es más efectiva contra los microorganismos Gram positivos que frente a bacterias Gram negativas. Los extractos etanólicos, clofórmicos y acuosos de esta especia actúan como antimicrobianos contra bacterias Gram

positivas y Gram negativas, especialmente, contra *E. coli* y *Proteus*, pero también inhiben la acción del estafilococo dorado y una cepa de *Salmonella* (20, p357).

Por otro lado, se ha demostrado que al utilizar acetona y diclorometano como solventes para la extracción de pimienta negra, las bacterias Gram positivas resultaron ser más susceptibles que las Gram negativas. El extracto de acetona de pimienta negra obtuvo una excelente inhibición en el crecimiento de bacterias Gram positivas. El *S. aureus* fue más susceptible, seguido de *Bacillus cereus* y *Streptococcus faecalis*. Entre las bacterias Gram negativas estudiadas las *P. aeruginosa* eran las más susceptibles, seguidas de la *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Salmonella typhi*. El extracto de diclorometano de pimienta negra demostró buena actividad inhibiendo tanto a bacterias Gram positivas como Gram negativas. El mecanismo de acción antibacteriano parece ser la pérdida de control sobre la permeabilidad de la membrana celular (21, p214).

La decocción acuosa de pimienta negra exhibió su efecto máximo contra *S. aureus*, de todas las cepas bacterianas analizadas de la cavidad oral dentro de las cuales se encuentran: *Aeromonas hydrophila*, *Alcaligenes sp.*, *Citrobacter sp.*, *Enterobacter aerogenes*, *E. coli*, *Flavobacterium sp.*, *Klebsiella ozaenae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Micrococcus roseus*, *Plesiomonas shigelloides*, *P. aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *S. aureus*, *Streptococcus anginosus*, *Streptococcus intermedius*,

Streptococcus mitis, *Streptococcus morbillorium*, *S. mutans*, *Streptococcus oralis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus uberis*. Se descubrió que es el mayor agente antibacteriano activo con excepción a *Salmonella typhi*, *Streptococcus intermedius*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus uberis* y *Streptococcus sanguis* (22, p215-16).

Según un estudio realizado por Zarringhalam et al., la pimienta negra demostró actividad antibacteriana frente a *E. coli* O157: H7 y *S. aureus* (23, p368).

La pimienta contiene algunos componentes antimicrobianos tales como terpineno, α -pineno, β -pineno, linaleol y terpineol. El mayor componente de pimienta negra, la piperina (74,34%), y el ácido oleico (40,67%), se consideran sustancias antibacterianas potentes (23, p366).

Se ha encontrado que la piperina es el compuesto bioactivo que de forma predominante contribuye a la actividad antimicrobiana de las especias. Es un alcaloide que mejora la biodisponibilidad de diferentes fármacos; sin embargo, los datos sugieren que la piperina se absorbe muy rápido, a través de la barrera intestinal (23, p368).

2.4. Métodos de extracción del aceite esencial de pimienta negra

2.4.1. Destilación atmosférica por arrastre con vapor

La pimienta negra se mezcla con agua y la temperatura se aumenta al punto de ebullición, mediante la administración de vapor saturado. Los compuestos volátiles producidos por la pimienta son condensados mediante el uso de un condensador de agua (18, p20).

Una de las principales desventajas de este método es el excesivo calentamiento, ya que los metabolitos pueden ser modificados. El método consume bastante tiempo para calentar y coleccionar el destilado de una muestra grande. La ventaja es que no se necesita otro solvente más que el agua y que es de fácil operación (18, p21).

2.4.2. Destilación al vacío por arrastre con vapor

Este método es el mismo que el anterior, con la excepción de que se le aplica un vacío al sistema. Su ventaja es que la destilación con agua se realiza a temperaturas menores, por lo que existe menos posibilidad de sobrecalentamiento

y formación de metabolitos degradados, producidos a temperaturas cercanas al punto de ebullición del agua a presión atmosférica (18, p21).

2.4.3. Destilación molecular

Este método tiene la ventaja que ningún solvente entra en contacto con el extracto concentrado. Una de las desventajas es que si no hay suficiente pimienta para la extracción, se puede producir un sobrecalentamiento y caramelización del compuesto quemado (18, p22).

2.4.4. Rota evaporación

Se puede evaporar una suspensión acuosa de pimienta negra bajo presión reducida, utilizando un evaporador rotatorio. Este equipo posee diversas trampas frías (condensadores con agua fría o hielo seco) conectadas en línea entre el evaporador rotatorio y la bomba de vacío para coleccionar el destilado (18, p23).

2.4.5. Destilación atmosférica con solvente

Como solventes orgánicos pueden utilizarse éter dietílico, diclorometano, hexano, pentano, bisulfuro de carbono y etanol. La ventaja de utilizar una técnica

de extracción por destilación con solvente es que la temperatura de destilación es más baja que utilizando agua, por lo cual existe menos oportunidad de sobrecalentamiento (18, p23).

2.4.6. Destilación al vacío con solvente

Se puede aumentar la efectividad y disminuir la formación de residuos por calentamiento, mediante la aplicación de vacío al proceso de destilación por arrastre con vapor modificado (18, p23).

2.4.7. Columna de extracción con solvente a temperatura ambiente

Se coloca la pimienta negra en un tubo de vidrio para cromatografía líquida y se pasa solvente a temperatura ambiente, a través de la columna. La ventaja es que no existe posibilidad de formación de residuos por calentamiento (18, p23).

2.5. Técnicas de concentración

2.5.1. Extracción con éter dietílico

Es el solvente más utilizado. Al usar solventes orgánicos es muy importante el grado de pureza, por lo cual es recomendable re-destilar previamente el solvente. El número de extracciones necesarias para una completa remoción, depende del tipo de droga vegetal, pero la eficiencia de extracción se puede verificar colocando una gota del extracto etéreo en un dedo. Si permanece el olor residual característico del éter, se debe continuar con el proceso de extracción (18, p24).

2.5.2. Extracción con diclorometano

Se ha restringido su uso debido a la problemática ambiental. La principal ventaja es que los lípidos no son completamente solubles en este solvente. Esta técnica de extracción puede ser utilizada como un tratamiento para la concentración de metabolitos secundarios volátiles de sustancias con alto contenido de materia grasa (18, p25).

2.5.3. Extracción con alcohol

La selectividad del etanol es importante por su naturaleza polar, lo que permite la extracción de materiales hidrófilos e hidrófobos, su punto de ebullición es relativamente mayor que el de otros solventes orgánicos, debido a la

asociación de los puentes de hidrógeno que se establecen entre las moléculas de etanol (18, p25).

2.5.4. Extracción con solventes misceláneos

Al utilizar compuestos orgánicos no polares y polares, como los hexanos (sustitutos del éter dietílico), pentanos, acetato de etilo y bisulfuro de carbono, se debe considerar la aparición en el extracto de metabolitos secundarios (15, p25).

2.6. Mecanismo de acción de los aceites esenciales

El mecanismo de acción de los aceites esenciales es múltiple debido a la mezcla compleja de diferentes compuestos activos que ellos contienen. Se han descrito las formas de acción con los componentes que se presentan en un mayor porcentaje (24, p11).

Mayoritariamente se encuentran el carvacrol y timol, los cuales son compuestos fenólicos que presentan actividad antibacteriana, debido a la presencia del grupo hidroxilo. Estudios han demostrado que los componentes antes mencionados, poseen diversos sitios de acción en las células (degradación de la pared celular, daño a la membrana citoplasmática, daño a las enzimas

metabólicas, filtración del contenido celular, coagulación del citoplasma y disminución de la fuerza motriz) y, de acuerdo a las concentraciones usadas, pueden permitir la inhibición o inactivación de los diferentes microorganismos (25, p42).

La hidrofobicidad de los aceites esenciales facilita la separación de los lípidos de la membrana celular y la mitocondria, lo que permite la permeabilidad, lo cual causa filtración de iones y otros contenidos celulares. Burt et al., señalaron que al exponer a las células a concentraciones casi tóxicas de agentes antimicrobianos como el carvacrol y timol, hay cambios de concentración de los ácidos grasos de su membrana celular. Lo anterior causa el aumento de ácidos grasos insaturados. Además, esa constitución hidrofóbica es capaz de permitir la entrada en el periplasma de bacterias Gram negativas, a través de las proteínas de la membrana externa (25, p42).

Diversos estudios demuestran que los compuestos aromáticos (eugenol y carvacrol) ejercen efectos antimicrobianos sobre la membrana plasmática, alterando la estructura y, por lo tanto, su función (25, p42).

Los componentes que se encuentran en los aceites esenciales también actúan sobre las proteínas de las células que se sitúan en la membrana

citoplasmática. Las enzimas adenosintrifosfatasa (ATPasas), que se localizan en la membrana nombrada, pueden ser alcanzadas por moléculas lipídicas, lo que provoca una afectación en la energía y síntesis de componentes estructurales (25, p42).

El carvacol interactúa sobre la membrana celular y logra alinearse entre la cadena de ácidos grasos. Esta característica provoca una distorsión en su estructura física, y causa una desestabilización de la membrana y aumento de su permeabilidad (25, p45).

Lambert et al. publicaron que el carvacol daña la membrana celular de *S. aureus* y *P. aeruginosa*. Lo anterior provoca la desestabilización del pH y el potencial eléctrico (25, p46).

El timol ha sido reportado como uno de los agentes antimicrobianos más activos de los constituyentes de aceites esenciales. El mecanismo de acción del timol es semejante al de carvacol: desintegra la membrana externa, lo que permite la salida de lipopolisacáridos por aumento de la permeabilidad de la membrana (25, p47).

Lambert y Pearson en el año 2000, mencionaron que el timol cambia la permeabilidad de la membrana de las células, permitiendo la filtración de iones, ATP, ácidos nucleicos y aminoácidos (25, p49).

La mezcla antimicrobiana de carvacol y timol desintegran la membrana celular a concentraciones cercanas a las mínimas inhibitorias. Asimismo presentan un efecto aditivo lo que causa la fuga de iones fosfato y potasio. Esta alteración provoca problemas en la permeabilidad de la membrana (25, p49).

2.7. Factores que afectan la adhesión con el uso de aceites naturales como desinfectantes de cavidades preparadas

La adhesión es un proceso de interacción que permite el contacto de dos sustancias diferentes en el nivel de una misma interfase. Este mecanismo se puede dar a través de dos maneras distintas (26, p17):

- Química: permite la interacción interatómica entre dos sustratos o más, por medio de enlaces iónicos, covalentes, fuerzas de Van der Waals, fuerzas polares, enlaces de hidrogeno, quelación y fuerzas de dispersión.
- Física: se logra mediante efectos geométricos y estructurales.

Para lograr una buena adhesión es importante que el adhesivo tenga la capacidad de aproximarse a las moléculas de un sustrato a unos pocos nanómetros. Además, es esencial eliminar de la superficie toda la contaminación para permitir una fuerte adhesión (26, p17).

Existe una serie de factores que afectan la adhesión al tejido dentario, dentro de los cuales se destacan (26, p19, 21-22):

- a. Contracción de polimerización en las resinas: impide la unión diente-restauración, por medio de la tracción del material, lo cual hace que se separe de las paredes de la cavidad.
- b. Sitio de polimerización inicial: en resinas fotopolimerizables, la contracción por polimerización se da hacia la fuente de luz. En resinas compuestas autopolimerizables, la polimerización inicial se da en el centro del material.
- c. Coeficiente de expansión térmica y conductividad térmica: el coeficiente de expansión térmica de la estructura dental es cuatro veces menor que el de la resina. Las restauraciones de resina pueden experimentar la formación de una brecha marginal.
- d. Biocompatibilidad: cuando se da la pérdida de la adhesión, los esfuerzos térmicos o mecánicos sobre la restauración producen la compresión de irritantes o toxinas bacterianas dentro de los túbulos.

Diferentes estudios han demostrado que la adhesión puede verse afectada por los procedimientos previos. Por lo tanto la utilización de un aceite esencial como desinfectante cavitario puede ser un problema si llegara a interferir con la capacidad hidrofílica de la resina para humectar y unirse micro-mecánicamente a la estructura dentaria (26, p9).

Otro factor que puede causar afectación a la adhesión ocurre cuando el aceite esencial se contamina, lo que es menos perjudicial para el esmalte que para la dentina (27, p101).

La presencia de aceite tanto en el espray de las turbinas como de agua en el aire de las jeringas contamina seriamente las superficies dentarias en el tratamiento e impide que las superficies sean receptivas a cualquier sistema adhesivo. Lo anterior disminuye o anula la adhesión que se desea lograr. El esmalte limpio y grabado aumenta su energía superficial y puede atraer una capa mono molecular de agua, lo que disminuye una reacción química o una mejor adhesión mecánica (28, p60).

CAPÍTULO 3. MÉTODOS DE TRABAJO

3.1. Extracción del aceite esencial

Se investigaron las propiedades bactericidas del jengibre y la pimienta negra. En el caso del primero, se utilizó el aceite esencial por medio de la destilación con arrastre de vapor de agua y un extracto etanólico para el segundo.

Para sacar el extracto de jengibre fue necesaria la obtención del rizoma de esa planta, el cual fue cortado en rodajas delgadas. Al ser pesado en CIPRONA se obtuvo 1 033,6g del material.

Después, con 3,5L de agua destilada, se realizó el licuado de la sustancia. A continuación, se colocó en un balón y mediante un sistema de calentamiento con glicerina (100°C - 120°C), se inició la extracción del aceite esencial del jengibre. Una vez instalado todo el equipo, se procedió a iniciar con el proceso de extracción, el cual tuvo una duración de 4 horas. Como resultado se obtuvo 3 mL de aceite esencial.

Con el fin de obtener el extracto de pimienta negra, se utilizó el método destilación por arrastre con vapor y se hizo uso del equipo de extracción Soxhlet.

Se molieron 151,7g de pimienta negra seca y en grano entero. Se colocaron 600mL de etanol. Por su parte, el equipo Soxhlet realizó una serie de extracciones con el mismo solvente durante 5 horas. Posteriormente se filtró el extracto obtenido y se colocó en el rotavapor durante 1 hora, con el fin de separar el etanol de ese mismo extracto. Finalmente, se obtuvieron 18,8 g de extracto de pimienta negra.

Una vez que los extractos y los aceites esenciales estaban listos, se llevaron a la Facultad de Microbiología de la UCR, específicamente, a la Sección de Bacteriología Médica, para realizar pruebas *in vitro* de difusión con la cepa de *S. mutans*.

Cada muestra de extracto o aceite esencial se dividió en tres concentraciones, una pura, una al 50% y otra al 25%. Se colocaron en una caja de Petri con agar sangre que contenía un cultivo de *S. mutans* ATCC, cepa 35688. Como muestra de control, se tomó gluconato de clorhexidina al 2 % y se dispuso de la misma manera en concentraciones al 2%, 1% y 0,5%.

3.2. Pruebas *in vitro*

La cepa control de *S. mutans*, ATCC 35688, fue suministrada por la bacterioteca de la Sección de Bacteriología Médica de la Facultad de Microbiología de la UCR.

3.3. Ensayo de actividad antibacteriana

Se llevaron los extractos de jengibre y pimienta negra al laboratorio de bacteriología de la Facultad de Microbiología de la UCR. Estos fueron almacenados a 4°C, envueltos en papel aluminio.

El extracto de jengibre se filtró y pesó. Sin embargo, no se pudo diluir con agua ni alcohol, puesto que al intentarlo se observó lechoso y luego se separó en 2 fases. Por tal motivo, se probó directamente en los pozos de las placas de Petri con agar sangre, en alícuotas (gotas exactas) en los diferentes pozos.

Se incubó a 35°C, durante 48 horas con dióxido de carbono (CO₂) al 5% para observar la alícuota de 40µl, 20µl y 10µl. Asimismo, se realizaron con un duplicado y control.

Con respecto a la pimienta negra, primero fue pesada y se seleccionaron 100mg de pimienta. Luego, se disolvió en 1mL de alcohol en proporción 80/20

(80mL de alcohol de 95° más 20mL de agua). Después se mezcló en un vortex, se filtró con una jeringa y un filtro de jeringa, para ayudar en la eliminación de impurezas y bacterias del extracto. Finalmente, se filtró 1mL a 1 dial.

Posteriormente se realizaron diluciones seriadas, para disminuir la concentración de la sustancia gradualmente. La solución de pimienta negra se preparó en 7 diales con 400µl de alcohol, en la siguiente proporción: pura, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64. Estas proporciones, siguen las disoluciones realizadas con concentraciones cada vez más bajas del soluto, donde se va disminuyendo gradualmente el extracto de pimienta negra.

En primer lugar, se colocaron las diferentes proporciones del extracto de pimienta en el agar sangre con *S. mutans*, en cada pozo, 40µl. En segundo lugar, se puso una dilución de alcohol sola sin extracto para diferenciar si había un posible efecto por la pimienta o el alcohol. En tercer lugar se incubó durante 48 horas a 35°C con 1 atmosfera de CO₂ al 5%. Al igual que con el jengibre, se realizaron duplicados.

El gluconato de clorhexidina al 2%, usada como control, no se filtró. Se utilizó con las mismas diluciones seriadas y en cada pozo se vertieron 40µl.

Para cuantificar la actividad antimicrobiana de las plantas, se debió determinar cuál es la concentración mínima inhibitoria (MIC), que consiste en exponer a organismos de prueba a ciertas concentraciones del extracto diluido en un medio líquido, hasta que alguna de ellas inhiba el crecimiento de la población (29, p3).

“En las pruebas de dilución se mide la habilidad de producir un crecimiento visible en placas de agar o en brotes que contienen diluciones del agente antimicrobiano, y la concentración menor del antimicrobiano que evita el crecimiento visible de la población de microorganismos se conoce como MIC” (29, p3).

Por otra parte, el diámetro del halo inhibitorio, es un resultado cualitativo. Este permite observar si un microorganismo es susceptible o resistente (30, p13), sin clasificar su poder o el tamaño de su halo de inhibición. (31, p284) Asimismo, se observan como halos ovalados en el plato (32, p826). Los diámetros menores indican resistencia y los mayores, sensibilidad. Además, el diámetro que se encuentra en medio de los dos anteriores es el halo inhibitorio intermedio. Si se llega a determinar que la bacteria es sensible; lo anterior indica que la resistencia bacteriana está ausente o tiene un nivel clínicamente insignificante. Si fuera

resistente, se concluye que el microorganismo no es inhibido por la sustancia (33, p193, 195).

El método que se utiliza para crear los halos de inhibición es por medio de discos de papel, a los cuales se les aplica una cantidad determinada de reservorio de antimicrobianos sobre la superficie del agar, en donde se ha cultivado el microorganismo en cuestión. Se forma por difusión una gradiente de concentración del antimicrobiano y la sensibilidad del organismo estará dada por el tamaño de la zona de inhibición de crecimiento alrededor del reservorio (34, p1).

El diámetro que se forma depende de la sensibilidad de los microorganismos, la concentración de la sustancia, el espesor de la capa del agar, su pH y composición; adicionalmente, de la capacidad de difusión del antibacteriano, la temperatura, velocidad de duplicación bacteriana, también el tamaño y fase de crecimiento del inóculo (34, p1).

En esta investigación, el diámetro del pozo en las placas utilizadas fue de 6mm, el cual era el tamaño mínimo del halo para cada una de las sustancias a estudiar. Para leer los resultados mostrados en las cajas de Petri, después de un periodo de incubación de 24 horas (31, p283-284), se observó el crecimiento bacteriano alrededor del agar y se midió el halo de la sustancia depositada en los

pozos, para ello se utilizó una regla y se midió el radio del halo de inhibición partiendo desde donde está el disco de antibiótico hasta donde se inhibió el crecimiento. También se determinó la difusión de cada uno de los extractos de jengibre y de pimienta negra en forma independiente, comparándolos contra el patrón producido por el gluconato de clorhexidina (35, p1751).

Para que el resultado pudiese ser considerado positivo, debió existir una zona de inhibición de crecimiento de las bacterias alrededor de los pozos de la sustancia a prueba, esta era la zona que se midió para determinar el diámetro del halo inhibitorio de la sustancia (31, p284).

CAPÍTULO 4. DESARROLLO

4.1. Resultados

Respecto al halo inhibitorio en milímetros, este se produjo tanto con el gluconato de clorhexidina (sustancia control) como con el aceite esencial de jengibre a distintas concentraciones.

Se observó para el aceite esencial de jengibre un tamaño de halo inhibitorio de 12,5mm puro, de 9,5mm al 50 % y 9mm al 25%, mientras que el gluconato de clorhexidina mostró un halo inhibitorio de 22mm puro, 20,5mm a una concentración de 1% y 19mm a la concentración 0,5%.

Según estos resultados, la planta estudiada demostró tener actividad antibacteriana ante el *S. mutans*, es decir, se observaron halos inhibitorios mayores a 6mm con todas sus concentraciones y, además, se confirmó la efectividad que tiene el gluconato de clorhexidina ante esta misma cepa de bacterias.

En lo referente al halo inhibitorio en milímetros, tanto del gluconato de clorhexidina como de la pimienta negra a distintas concentraciones, la sustancia

control mostró un diámetro de 22mm a la concentración del 2% (pura), 20,5mm al 1% y 19mm al 0,5%. La pimienta negra presentó un halo de 6mm a una concentración de 25%, 50% y puro.

Según éstos resultados, el extracto de pimienta negra no tuvo efecto inhibitorio contra el *S. mutans*, pues esos 6mm son el diámetro del pozo de prueba.

4.2. Conclusiones

El aceite esencial extraído del jengibre presenta un alto potencial antibacteriano contra el *S. mutans*, por lo cual se podría utilizar como una alternativa para la desinfección de preparaciones cavitarias dentales. Sin embargo, el extracto de la pimienta negra no obtuvo resultados positivos.

Según los estudios revisados, el jengibre presenta gran cantidad de propiedades médicas, entre ellas: antiinflamatorio, antibacteriano, antiemético, antigripal y otros. Además, se encontró que la forma más efectiva para la extracción de esta sustancia es mediante la hidrodestilación.

En relación con la pimienta negra, la cual posee diversos usos y propiedades, dentro de ellas antibacterianas y antioxidantes, el mejor método para extraer el aceite esencial es por destilación por arrastre con vapor.

El aceite esencial extraído del jengibre presentó efectividad como desinfectante contra la bacteria *S. mutans*. Por otro lado, el aceite esencial extraído de la pimienta negra no lo hizo. Como parámetro de comparación, el gluconato de clorexhidina presentó el mayor efecto contra la misma bacteria.

4.3. Discusión

4.3.1. Extracto de jengibre

En la presente investigación se buscó determinar si dicho aceite ejercía efecto inhibitorio sobre el *S. mutans*. Se puede observar cómo se obtuvieron los resultados deseados frente a las condiciones en que se realizaron las pruebas. Ante la cepa bacteriana usada, el efecto antibacteriano fue positivo en cuanto a la inhibición de dichas bacterias.

En las diferentes revisiones bibliográficas, hay estudios que demuestran la capacidad antimicrobiana del jengibre con respecto al *S. mutans* (36, p183). Además en una investigación realizada en el año 2011, se encontró que es

efectivo contra el crecimiento de bacterias Gram positivas, siendo el *S. mutans* una de ellas (37, p51,52).

El extracto del jengibre produjo un efecto antibacteriano, inhibiendo al *S. mutans*. Los diámetros de inhibición aumentaron conforme se incrementó la concentración del aceite esencial, ya que los constituyentes activos del extracto tenían concentraciones más abundantes, lo que causó un incremento de la actividad del aceite esencial (36, p183).

El aceite esencial de jengibre presenta compuestos químicos como alcanoides, flavonoides y saponinas, los cuales tienen actividad *in vitro* antifúngica y antimicrobiana. Además, puede contribuir a la composición de sustancias como zingiberol, zingiberina y bisaboleno (38, p12). El rizoma de esta planta contiene cetonas, incluyendo el gingerol (gingerol-6 y gingerol-12) responsable de la ruptura de la membrana celular, lo anterior permite la inhibición directa de la bacteria (39, p113), y a este se le asigna la característica de acidez de la planta, desempeñando un papel importante en la inhibición de bacterias como *S. aureus* y *Trichomonas* (38, p13).

Se ha encontrado que los sesquiterpenoides son los principales componentes del jengibre, a los cuales se le atribuyen su actividad antibacteriana. (38, p13)

4.3.2. Extracto de pimienta negra

Cabello et al. reportan en el año 2007 que los extractos etanólicos, clofórmicos y acuosos de la pimienta negra poseen propiedades antimicrobianas contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, contra *Escherichia coli* y *Proteus*, también inhiben la acción del estafilococo dorado y una cepa de *Salmonella*. (20, p357)

En el año 2010, Pavithra y Bhagya publican que el extracto de pimienta negra obtuvo inhibición en el crecimiento de bacterias Gram positivas. El *S. aureus* fue el más susceptible y entre las bacterias Gram negativas estudiadas la *Pseudomona aeruginosa* fue la más susceptible. El mecanismo de acción antibacteriano comprende la pérdida de control sobre la permeabilidad de la membrana celular (21, p214).

Chaudhry y Tariq, en el año 2006, demostraron que tanto los extractos acuosos como los etanólicos de pimienta negra tienen actividad antimicrobiana. El

mayor constituyente de la pimienta negra es la piperina, un alcaloide encargado de la actividad antibacteriana, que mejora la biodisponibilidad de diversos fármacos. Los datos sugieren que la piperina se absorbe rápido a través de la barrera intestinal y puede formar complejos no polares con fármacos y solutos, lo que aumenta la permeabilidad a través de las barreras (22, p.215; 23, p.366).

La pimienta negra presentó un halo de inhibición de 6mm en las diferentes concentraciones estudiadas. El extracto no tuvo efecto inhibitorio contra la cepa ATCC 35688 de *S. mutans*. A pesar de haber demostrado en otros estudios actividad antibacteriana contra bacterias Gram positivas, el *S. mutans* puede no ser sensible a la pimienta. En los artículos consultados no se menciona efecto antibacteriano contra el *S. mutans*, esto coincide con el resultado obtenido.

4.4. Recomendaciones

Solicitar a CIPRONA realizar diferentes tipos de extracción de la planta y estudiar con disolventes diferentes.

Utilizar diversas partes de la planta de jengibre y pimienta negra, para obtener aceites esenciales y así realizar nuevas pruebas *in vitro* con otros tipos de cepas de microorganismos que se encuentran en cavidad oral. Realizar una

fragmentación de los compuestos conocidos que posean actividad antimicrobiana y compararlos contra el patrón de oro para de ese modo determinar la efectividad de los ellos.

CAPÍTULO 5. PARTE FINAL

5.1. Cronograma

Número de Sesión	Fecha	Temas a Desarrollar
Semana	10 al 14 marzo	<p>Entrega y lectura del programa de curso.</p> <p>Motivación para la investigación.</p> <p>Objetivos de este Seminario de Graduación.</p> <p>Asignación deberes.</p> <p>Inducción al uso de Mediación Virtual.</p> <p>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.</p> <p>El resguardo de las copias de información: el disco duro externo, la llave maya y la red internet (correos electrónicos y contenedores).</p> <p>Word y Excel: trucos y secretos en el procesador de texto y la base de datos.</p> <p>ESQUEMA PARA EL PLAN DE TRABAJO DE LA INVESTIGACIÓN: resultados esperados-actividades-aspectos a considerar-duración-fecha de inicio-fecha de terminación-responsable-recursos.</p> <p>Importancia de la planificación del trabajo investigativo: lo previsto e imprevisto.</p> <p>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)</p> <p>Herramientas para la elaboración del diagrama de Gantt: Excel y Open Project.</p> <p>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Creación del diagrama de Gantt para el Seminario de Graduación (2 días). 2. Elaboración de un documento/folleto/tríptico explicando cómo se construyen las referencias bibliográficas

		<p>siguiendo los formatos de la American Psychological Association (consultar en línea) y el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas (consultar en revista Odontos). 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).</p> <p>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.</p> <p>4. Realizar las lecturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> * ¿Qué es la Odontología basada en evidencia? * Cuestionamientos bioéticos en odontología. * Bioética e investigación en odontología. * Equipo de salud: el trabajo multidisciplinario en investigaciones del área de la salud
Semana	17 al 21 marzo	<p>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>I. PARTE INTRODUCTORIA</p> <p>JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN (propósitos, aplicabilidad).</p> <p>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA (justificación científica).</p> <p>USO DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN (propósitos, aplicabilidad).</p> <p>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 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)
Semana	24 al 28 marzo	Exposición de la información relacionada a las indicaciones para la construcción e inserción de

		<p>referencias bibliográficas y uso de abreviaturas. Discusión de las lecturas asignadas el 09 de marzo. Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 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)
Semana	31 de marzo al 4 de abril	<p>FUNDAMENTO TEÓRICO/ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA (argumentación, respuestas posibles, hipótesis). Detalles a 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. Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 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)
Semana	7 al 11 de abril	<p>Importancia del registro fotográfico y de video en el proceso de investigación. Manejo de los insumos, creación y gestión de carpetas: documentos, imágenes, sonido, video: numeración, orden, omisión de caracteres especiales. Tarea</p> <p>Entrega del fundamento teórico/antecedentes sobre el tema (I parte) y de los objetivos de la investigación a las profesoras (2 días).</p>
Semana	14 al 18 de abril	<p>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 parte) a las profesoras (2 días).
Semana	21 al 25 de abril	<p>Elementos de la Guía OPS para escribir un protocolo/una propuesta de investigación. II. MÉTODOS DEL TRABAJO</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 a 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>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Correcciones al fundamento teórico/antecedentes sobre el tema (II parte) (2 días). 2. Lectura tipos de estudio y diseño de la investigación en salud. BUSCAR Y ESCANEAR EN LA PARTE DE ESTADÍSTICA Y EPIDEMIOLOGÍA. 3. Elaboración de la II. MÉTODOS DE TRABAJO de la Memoria del Seminario de Investigación (1 semana)
Semana	28 de abril al 2 de mayo	<p>Tarea</p> <p>Entrega de la II. MÉTODOS DE TRABAJO de la Memoria del Seminario de Investigación a las profesoras (3 días)</p>
Semana	5 al 9 de mayo	<p>Importancia, utilidad y características de los gráficos y las tablas: tipos, usos y formatos apropiados.</p> <p>PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</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>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Correcciones a la II. MÉTODOS DE TRABAJO de la

		Memoria del Seminario de Investigación (2 días). 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).
Semana	12 al 16 de mayo	Tarea 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)
Semana	19 al 23 de mayo	Herramientas para la creación de bases de datos y análisis de los insumos: Epi Info 7, Excel, FileMaker u otros. El manejo correcto de la base de datos: la importancia en la definición de las características de cada grupo de datos para la codificación y el valor de cada registro. Tareas 1. Correcciones al diseño de tablas y gráficos para el análisis de la información (2 días) 2. Construcción de la matriz para base de datos (1.5 semanas)
Semana	26 al 30 de mayo	Tarea Entrega de la matriz para base de datos a las profesoras (3 días)
Semana	2 al 6 de junio	Tarea Correcciones a la matriz para la base de datos (2 días)
Semana	9 al 13 de junio	LEVANTAMIENTO DE DATOS Tareas (4 semanas) Obtención de las sustancias naturales. Traslado de las sustancias naturales. Obtención de las muestras microbiológicas. Preparación de cultivos microbiológicos.
Semana	16 al 20 de junio	Tarea Aplicación de las sustancias naturales en los cultivos microbiológicos (1 semana)
Semana	23 al 26 junio	Tarea Obtención de datos (4 semanas)
Semana	30 de junio al 4 de julio	Tareas (1 semana) 1. CODIFICACIÓN DE DATOS 2. TABULACIÓN DE DATOS
Sesión	7 al 11 de julio	Tarea PROCESAMIENTO DE DATOS (2 semanas)

Semana	14 al 18 de 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>Tarea</p> <p>Elaboración de la III. DESARROLLO de la Memoria del Seminario de Investigación (3 semanas)</p>
Sesión	21 al 25 de 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"> * Elaboración de índices (general, de ilustraciones, de cuadros, de abreviaturas). * Redacción de derechos de propiedad intelectual de la Memoria del Seminario de Graduación. * Redacción de los reconocimientos.
		<p>Tareas</p> <p>1. Elaboración de la IV PARTE FINAL de la Memoria del Seminario de Investigación (1 semana)</p>
		<p>2. ELABORACIÓN DEL PRIMER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO (según el Formato Memoria de Seminarios 2012 del Programa Macro de Investigación) (1 semana)</p>
Semana	28 de julio al 1 de agosto	<p>Tarea</p> <p>ENTREGA DEL PRIMER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO A LAS PROFESORAS (3 días)</p>
Semana	4 al 8 de agosto	<p>Tarea</p> <p>CORRECCIÓN AL PRIMER BORRADOR DE LA</p>

		MEMORIA DEL SEMINARIO (2 días)
Semana	11 al 15 de agosto	REVISIÓN DEL SEGUNDO BORRADOR (impreso) DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO POR UN FILÓLOGO (2 semanas)
Semana	18 al 22 de agosto	Tarea CORRECCIONES AL SEGUNDO BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN (1 semana)
Semana	25 al 29 de agosto	Tarea 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)
Semana	1 al 5 de setiembre	Tarea CORRECCIONES AL TERCER BORRADOR DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN (3 días)
Semana	8 al 12 de setiembre	Tarea IMPRESIÓN DEFINITIVA, COPIAS Y EMPASTES DE LA MEMORIA DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN (1 semana)
Semana	15 al 19 de 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. Tarea Elaboración del borrador del afiche (6 días)
Semana	15 al 19 de 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. Tarea Elaboración del borrador del afiche (6 días)
Semana	22 al 26 de 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:

		<p>4shared.com, jimmyr.com, aTubeCatcher.com</p> <p>Uso de herramientas para el procesamiento de imágenes: Paint, PhotoShop, textanim.com</p> <p>Uso de herramientas para la edición de sonido: Audacity.</p> <p>Tareas (5 días)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obtención de insumos para la presentación a la Facultad de Odontología. 2. Elaboración de insumos para la presentación a la Facultad de Odontología.
Semana	29 de setiembre 3 de octubre	<p>Tarea</p> <p>ENTREGA DEL BORRADOR DEL AFICHE A LAS PROFESORAS (2 días)</p>
Semana	6 al 10 de octubre	<p>Uso de herramientas para la creación de videos: Movie Maker, Photo Story (Fotos Narradas).</p> <p>Uso de herramientas para la creación de presentaciones: Power Point y Prezzi.</p> <p>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CORRECCIÓN DEL BORRADOR DEL AFICHE (1 día)
		<ol style="list-style-type: none"> 2. Elaboración del borrador para la presentación a la Facultad de Odontología (2 días).
Semana	13 al 17 de octubre	<p>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. IMPRESIÓN DEFINITIVA DEL AFICHE (3 días)
		<ol style="list-style-type: none"> 2. ENTREGA DEL BORRADOR PARA LA PRESENTACIÓN A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA A LAS PROFESORAS (2 días)
Semana	20 al 24 de octubre	<p>Tareas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CORRECCIÓN DEL BORRADOR PARA LA PRESENTACIÓN A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA (1 día)
		<ol style="list-style-type: none"> 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).
Semana	27 al 31 de octubre	<p>Tarea</p> <p>Entrega de la Memoria del Seminario de Graduación, el Afiche, la Presentación a la Facultad (versiones impresas).</p> <p>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</p>

		subcarpetas)
		ELABORACIÓN DE LOS ARTÍCULOS PARA PUBLICACIÓN (seguir el formato Odontos) (2 semanas).
Semana	7 al 7 de noviembre	PRESENTACIÓN ORAL DE LOS RESULTADOS A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA (máximo 10 minutos).
Semana	10 al 14 de noviembre	ENTREGA DE LOS ARTÍCULOS PARA PUBLICACIÓN A LAS PROFESORAS.
Semana	17 al 21 de noviembre	PARTICIPACIÓN EN LA ACTIVIDAD DE PRESENTACIÓN DE AFICHES DEL PROGRAMA MACRO DE INVESTIGACIÓN 2016

5.2. Factores facilitadores/Obstáculos y dificultades

Dentro de los factores facilitadores se encuentran gran variedad de artículos disponibles de información de jengibre y pimienta negra; además, la colaboración por parte de los docentes encargados, el personal de CIPRONA y el Departamento de Bacteriología.

Como obstáculos o dificultades que se nos presentaron durante la investigación, fueron la escasa información y poco acceso a los estudios acerca de aceites esenciales, su mecanismo de acción antibacteriano y sobre el efecto que ejercen los aceites esenciales sobre la adhesión dental.

5.3. Bitácora

Fecha	Actividad	Participantes
14 de marzo	Se recibe el programa del curso en digital	Dra. Natalia Ballestero Dr. Eugenia Madrigal Susana Brenes Laura Campos
15 de marzo	Reunión	Dra. Natalia Ballestero Susana Brenes Laura Campos
4 de marzo	Se reciben trabajos de años anteriores vía correo electrónico	Dra. Natalia Ballestero Dr. Eugenia Madrigal
5 de marzo	Se inicia la búsqueda de la información y la bibliografía sobre la pimienta negra en diferentes páginas de internet. Se envía el primer avance.	Dra. Natalia Ballestero Dr. Eugenia Madrigal Laura Campos
7 de marzo	Se recibe revisión de marco teórico: pimienta negra	Dra. Natalia Ballestero Laura Campos
11 de abril	Se inicia la búsqueda de la información y la bibliografía sobre jengibre en diferentes páginas de internet. Se envía el primer avance.	Dra. Natalia Ballestero Susana Brenes
12 de abril	Se recibe revisión de marco teórico: pimienta negra	Dr. Eugenia Madrigal Laura Campos
13 de abril	Se recibe revisión de marco teórico: jengibre	Dra. Natalia Ballestero Susana Brenes
21 de mayo	Avance de marco teórico: jengibre Se envía correo para coordinar cita con Dra. Rosaura para la extracción de aceite esencial de jengibre y pimienta negra	Dra. Natalia Ballestero Susana Brenes Laura Campos Dra. Rosaura Romero
23 de mayo	Se recibe la respuesta al correo de la Dra. Rosaura	Susana Brenes Laura Campos Dra. Rosaura Romero
24 de mayo	Se recibe la revisión del avance de marco teórico sobre jengibre	Susana Brenes Dra. Natalia Ballestero
25 de mayo	Avance de marco teórico de pimienta negra. Coordinación vía correo electrónico para realizar la extracción del aceite esencial de jengibre en CIPRONA	Laura Campos Susana Brenes Dra. Rosaura Romero
26 de mayo	Coordinación vía correo electrónico para realizar la	Laura Campos Dra. Rosaura Romero

	extracción del aceite esencial de pimienta negra en CIPRONA	
27 de mayo	Se recibe la revisión del avance del marco teórico sobre pimienta negra	Dra. Natalia Ballesterero Laura Campos
31 de mayo	Se envía avance de investigación sobre pimienta negra	Dra. Natalia Ballesterero Dra. Eugenia Madrigal Laura Campos
1 de junio	Se recibe la revisión del avance del marco teórico sobre jengibre	Susana Brenes Dra. Eugenia Madrigal
7 de junio	Se recibe la revisión del avance del marco teórico sobre pimienta negra	Dra. Eugenia Madrigal Laura Campos
21 de junio	Avance capítulo I	Susana Brenes Laura Campos
27 de junio	Se envía correo al Dr. Norman Rojas para coordinar la entrega de los extractos de los aceites esenciales a Microbiología. Ese mismo día se recibe la respuesta de parte del doctor.	Susana Brenes Laura Campos Dr. Norman Rojas
30 de junio	Entrega de extractos de jengibre y pimienta negra a la Facultad de Microbiología	Susana Brenes Laura Campos
22 de julio	Avance del capítulo I	Susana Brenes Laura Campos
9 de agosto	Se recibe la revisión del capítulo I	Dra. Natalia Ballesterero Susana Brenes Laura Campos
18 de agosto	Se envía correo al Dr. Norman Rojas para saber los resultados por parte de la Facultad de Microbiología de los aceites esenciales. Se recibe los resultados enviados por Microbiología.	Susana Brenes Laura Campos Dr. Norman Rojas
20 de agosto	Avance capítulo 3 y 4	Susana Brenes Laura Campos
23 de agosto	Se recibe la revisión del avance	Dra. Natalia Ballesterero Susana Brenes Laura Campos
6 de setiembre	Avance capítulo 3 y 4	Susana Brenes Laura Campos
8 de setiembre	Se recibe revisión	Dra. Natalia Ballesterero Susana Brenes Laura Campos
12 de setiembre	Se reciben vía correo electrónico formatos para PFG	Dra. Natalia Ballesterero Susana Brenes

	2016	Laura Campos
19 de setiembre	Se reciben vía correo electrónico fechas importantes para PFG 2016	Dra. Natalia Balletero Susana Brenes Laura Campos
4 de octubre	Se envía avance	Susana Brenes Laura Campos
14 de octubre	Se recibe revisión	Dra. Natalia Balletero Susana Brenes Laura Campos
19 de octubre	Se envía avance	Susana Brenes Laura Campos
20 de octubre	Se recibe revisión	Dra. Natalia Balletero Susana Brenes Laura Campos
23 de octubre	Se envía avance	Susana Brenes Laura Campos
25 octubre	Se recibe revisión	Dra. Eugenia Madrigal Susana Brenes Laura Campos
30 de octubre	Se envía avance	Susana Brenes Laura Campos
4 de octubre	Se recibe revisión	Dra. Natalia Balletero Susana Brenes Laura Campos
6 de octubre	Se envía avance	Dra. Natalia Balletero Dra. Eugenia Madrigal Susana Brenes Laura Campos
8 de octubre	Se recibe revisión	Dra. Natalia Balletero Dra. Eugenia Madrigal Susana Brenes Laura Campos

5.4. Referencias bibliográficas

1. Núñez PA, Salvador J. Estudio comparativo *in vitro* para evaluar el efecto de la desinfección cavitaria con gluconato de clorhexidina vs hipoclorito de sodio sobre la fuerza de adhesión de las resinas a la estructura dentaria [tesis]. Ambato-Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes. Facultad de ciencias médicas; 2016.
2. Simon A, Mira A. Solving the etiology of dental caries. Trends in microbiology. 2015; 23(2):76-82.
3. Domingo D, López M. Plantas con acción antimicrobiana. Rev. Esp. Quimioterap. Sociedad Española de Quimioterapia. 2003;16 (N4):385-393.
4. Torres MA. Sustancias alternativas con acción antimicrobiana en la desinfección de preparaciones cavitarias [tesis]. Costa Rica: Facultad de Odontología. Universidad de Costa Rica; 2012.
5. Alfaro MD, Correa HG, Rivas DC. Sustancias Alternativas con acción antibacteriana para la desinfección de cavidades [tesis]. Costa Rica: Facultad de Odontología. Universidad de Costa Rica; 2013.
6. Fernández VD, Ortiz FC, Salguero LM. Agentes antimicrobianos alternativos de origen natural con acción inhibitoria de *S. mutans* como mecanismo de

- desinfección de las preparaciones cavitarias dentales [tesis]. Costa Rica: Facultad de Odontología. Universidad de Costa Rica. 2014.
7. Díaz CL, Montero AW. Sustancias alternativas con acción antimicrobiana para la elaboración de desinfectantes de cavidades a partir de macadamia (*Macadamia integrifolia*) y tomillo (*Thymus vulgaris L*) [tesis]. Costa rica: Facultad de Odontología. Universidad de Costa Rica; 2015.
 8. Organización Mundial de la Salud [página principal en internet]. Salud bucodental. [actualizada abril 2012; consultado 12 junio 2016]. Disponible en: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/
 9. Andrea MP. Efecto antimicrobiano de los desinfectantes cavitarios aplicados en las restauraciones dentales [tesis]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad piloto de odontología; 2014.
 10. Carrillo C. Capa de detritus dentinaria. Revista ADM. 2005; 62(5): 177-180.
 11. Muñoz J, Gómez P, Rivas J. Efecto antibacteriano de los antisépticos que más se utilizan en la cavidad bucal. Revista de Investigación Científica. 2008; 4(2): 1-17.

12. Ismael SP. Establecimiento del cultivo, cosecha y postcosecha del jengibre (*Zingiber officinale*), con dos densidades de siembra, en el cantón Lago Agrio [tesis]. Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2006.
13. Morales MA. El cultivo del jengibre *Zingiber officinale*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería; 2007.
14. Salgado F. El jengibre (*Zingiber officinale*). Ginger (*Zingiber officinale*). Revista Internacional de Acupuntura. 2011; 5(4):167-173.
15. Vásquez O, Alva A, Marreros J. Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). Revista Amazónica de Investigación. 2001; 1(1):38-42.
16. Bustamante M, Sánchez R, Mora M. Pimienta negra (*Piper nigrum L.*). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal; 1998.
17. Carretero M. Propiedades terapéuticas de la pimienta (*Piper nigrum*). Panorama actual del medicamento. 2009; 33(326):878-882.
18. Cano TM, Chávez BL, Godínez JE, Monzón DE. Obtención y caracterización del aceite esencial y oleorresina de la pimienta negra (*Pipernigrum L.*) cultivada en Guatemala. Una alternativa para el desarrollo

agroindustrial para el agricultor guatemalteco [tesis]. Guatemala: Centro de Investigaciones en Ingeniería; 2002.

19. Singh R, Singh N, Saini B, Rao H. *In vitro* antioxidant activity of pet ether extract of black pepper. Indian J Pharmacol. [Revista on-line] 2008 [Consultado 6 marzo 2016]; 40(4):147-151. Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=50c2f2fa-87a5-4fb5-a513a5db45f42b97%40sessionmgr4005&vid=4&hid=4209>
20. Cabello M, Belloso G, Colivet B, Méndez J. Actividad antimicrobiana de los extractos acuoso, etanólico y clorofórmico de *Piper nigrum* L. (pimienta) sobre el crecimiento de bacterias Gram negativas. RevFav. Agron. (LUZ). 2007; 24(Supl1):355-59.
21. Pavithra V, Bhagya L. Antibacterial activity of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) with special reference to its mode of action on bacteria. Indian Journal of Natural Products and Resources. 2010; 1(2):213-15.
22. Chaudhry N, Tariq P. Bactericidal activity of black pepper, bay leaf, aniseed and coriander against oral isolates. Pak J Pharm Sci. 2006 [Consultado 7 marzo 2016]; 19(3):214-18. Disponible en PubMed.gov: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16935829>.

23. Zarringhalam M, Zarringhalam J, Shadnoush M, Safaeyan F, Tekieh E. Inhibitory Effect of Black and Red Pepper and Thyme Extracts and Essential Oils on Enterohemorrhagic *Escherichia coli* and DNase Activity of *Staphylococcus aureus*. Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR.2013Summer. 2013 [Consultado 7 marzo 2016]; 12(3):363-69. Disponible en MEDLINE with Full Text:<http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=8f45927b-0c48-42d5-bd98-3af7decf1eaf%40sessionmgr4003&vid=4&hid=4209>
24. Ugalde U, Rodríguez A, Ubegun A. Composición fitosanitaria que comprende aceites esenciales potenciadores de la actividad antifúngica. Boletín Oficial de la Propiedad Industrial de España. Tomo 2;2011 Nov.
25. García R, Palou E. Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 2008; 2(2):41-51.
26. Gina SL. Efecto de los desinfectantes cavitarios en la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a esmalte dental: estudio *in vitro* [tesis]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2008.
27. Matos A, Oliveira D, Vieira S, Powers J. Influence of oil contamination on *in vitro* bond strength of bonding agents to dental substrates. American Journal of Dentistry. 2008 [consultado 28 octubre 2016]; 21(2):101-104. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18578177>

28. Henoztra G, Steenbecker O, Kaplan A, Henostroza G. Adhesión en odontología restauradora: Fundamentos de la adhesión dental. Ed. 1era. MAIO. 2003.
29. Palombo E. Traditional Medicinal Plant Extracts and Natural Products with Activity against Oral Bacteria: Potencial Application in the Prevention and Treatment of Oral Diseases. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2008; 2011(1): 1-15.
30. Errecalde J. Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Roma; FAO; 2004.
31. Lima J, Aguiar R. *In Vitro* and *In Vivo* Antibacterial and Antifungal Screening of Natural Plant Products: Prospective Standardization of Basic Methods. En: Albuquerque U, editores Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology. New York: Springer Science+Business Media; 2014.
32. Pommerville J. Fundamentals of Microbiology. Ed. 10ma. Vermont, Estados Unidos: Jones & Bartlett Learning. 2013
33. Forbes B. Diagnóstico Microbiológico. Ed. 12da. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana. 2009
34. Jorgensen J, Ferraro M. Antimicrobial Susceptibility Testing: A Review of General Principles and Contemporary Practices. Medical Microbiology. 2009

[consultado 8 noviembre 2016]; 49(11): 1749-1755. Disponible en:
<http://cid.oxfordjournals.org/content/49/11/1749.short>

35. García Q. [página principal en internet]. Halos de inhibición [actualizada octubre 2012; consultado 26 de octubre 2016]. Disponible en:
<http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/halos-de-inhibicion.html>

36. Akram T, Taha A. Effect of ginger extract on *Mutans streptococci* in comparison to chlorhexidine gluconate. J Bagh College Dentistry. 2013; 25(2):179-184.

37. Flores E, Prieta V, Martínez E, Ruiz S. Estudio farmacognóstico fitoquímico del rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe “Jengibre” de la ciudad de Chanchamayo - Región Junín. Perú. Revista Médica Vallejana. 2008; 5(1):51-52.

38. Akintobi A, Onoh C, Ogele J, Idowu A, Ojo O, Okonko IO. Antimicrobial Activity of *Zingiber officinale* (Ginger) Extract Against Some Selected Pathogenic Bacteria. Nature and Science. 2013 [consultado 5 noviembre 2016]; 11(1):7-15. Disponible en:
<http://connection.ebscohost.com/c/articles/88300107/antimicrobial-activity-zingiber-officinale-ginger-extract-against-some-selected-pathogenic-bacteria>

39. Jain, I, Jain P, Bisht D, Sharma A, Srivastava B, Gupta N. Use of Traditional Indian Plants in the Inhibition of Caries-Causing Bacteria - *Streptococcus mutans*. 2015; 26(2):110-115.

5.5. Apéndices

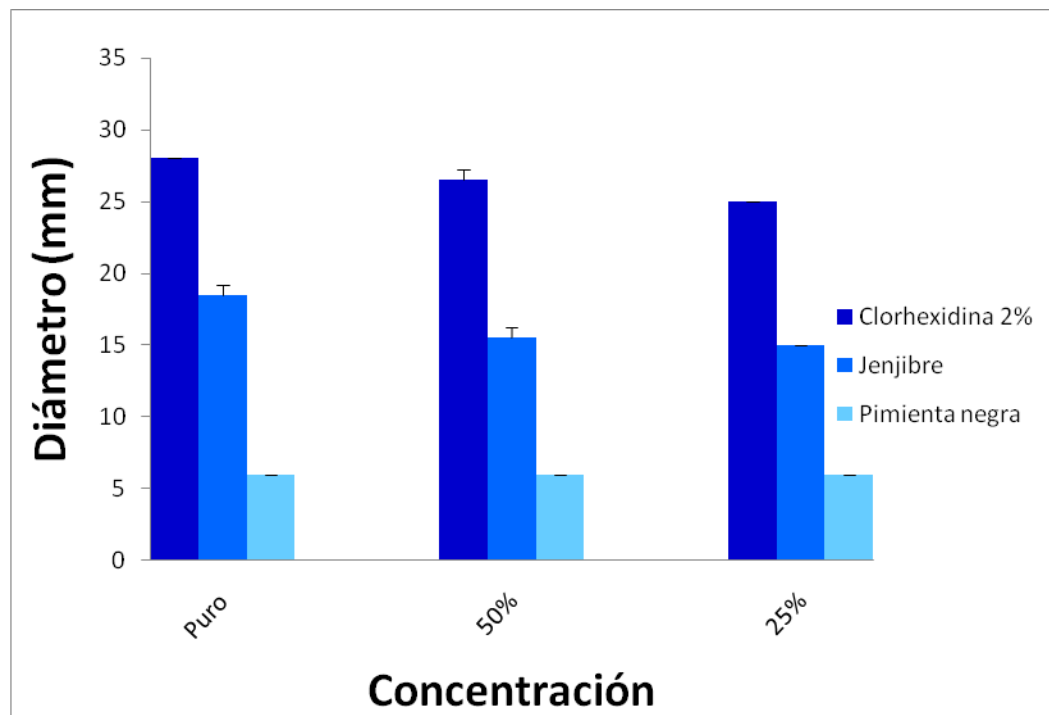


Gráfico 1. Diámetro del halo inhibitorio del aceite esencial de jengibre y del extracto de pimienta negra puro, al 50% y 25 % vs. gluconato de clorhexidina al 2 %, 1 % y 0,5 %. San José, Costa Rica. Agosto 2016.

Fuente: Rojas N., Brenes S., y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Costa



Figura 1. 1033,6 g de jengibre utilizado para la extracción del aceite de jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 2. Peso del jengibre más la bolsa 1035,7 g.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica-



Figura 3. Equipo utilizado para licuar el jengibre junto con agua destilada (3500 mL) para la extracción del aceite esencial de jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

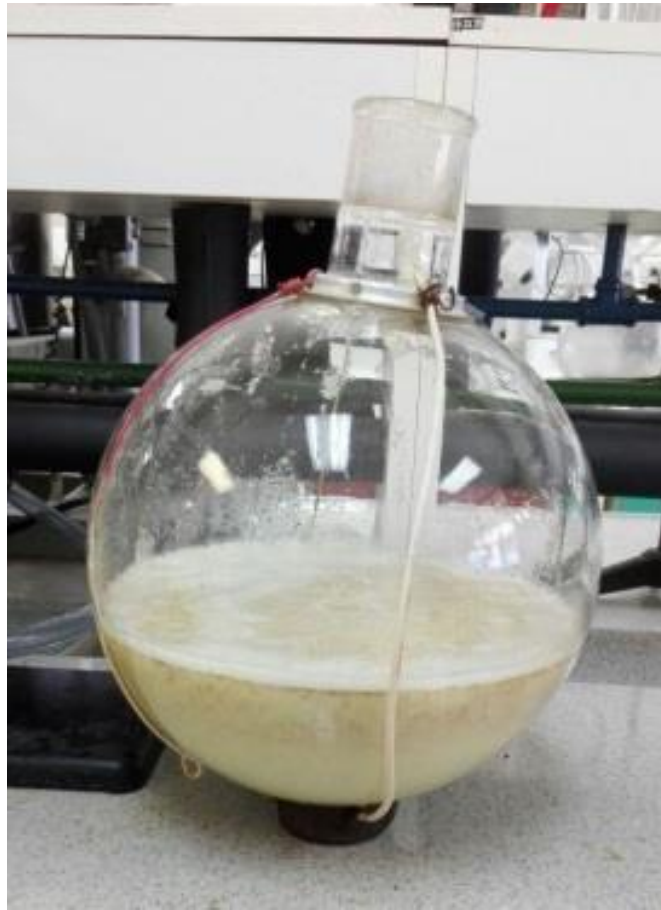


Figura 4. Balón que contiene el licuado de jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 5. Sistema de calentamiento con glicerina (100°C-120°C) para la extracción del aceite esencial del jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 6. Sistema de hidrodestilación para la extracción del aceite esencial de jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 7. Aceite esencial del jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 8. Placas de Petri en agar sangre con *S. mutans* ATCC cepa 35688 con jengibre.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 9. Granos de pimienta negra utilizada para la extracción del extracto de pimienta negra, se utilizaron (151,7g).

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica



Figura 10. Equipo utilizado para moler los granos de pimienta negra para la extracción del extracto de pimienta negra.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 11. Solvente etanol utilizado para la extracción del extracto de pimienta negra (600mL).

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 12. Equipo de extracción Soxhlet. Calentador, balón, soxhlet, condensador y mangueras.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 13. Filtración del extracto obtenido de pimienta negra.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 14. Equipo Rotavapor, el cual logra la separación del solvente etanol.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.



Figura 15. Peso del extracto de pimienta negra sin el peso del vial, 18,8g.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

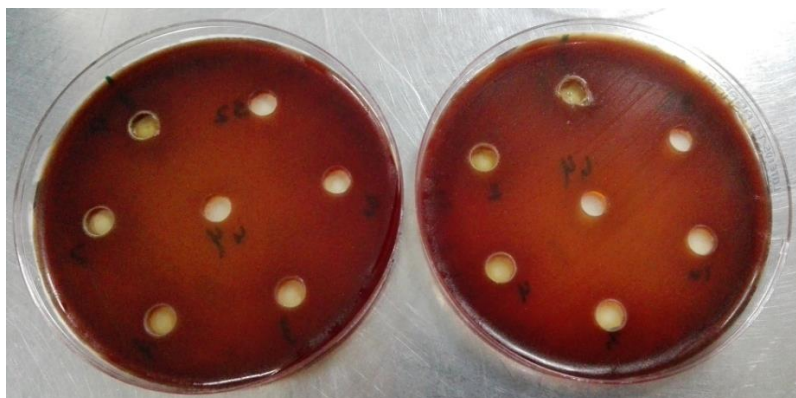


Figura 16. Placas de Petri en agar sangre con *S. mutans* ATCC cepa 35688, con pimienta negra y su duplicado.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.

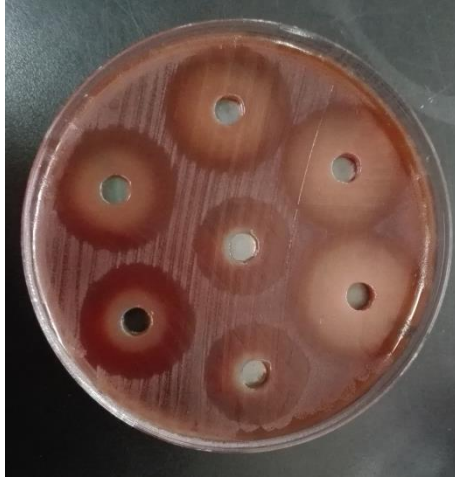


Figura 17. Placa de Petri en agar sangre con *S. mutans* ATCC cepa 35688, el gluconato de clorhexidina es utilizada como control.

Fuente Brenes, S. y Campos, L. (2016). Seminario de Graduación Proyecto Desinfectantes de Cavidades. Programa Macro de Investigación. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.