

EFFECTO *in Vitro* DEL ACEITE ESENCIAL Y PRODUCTOS DEL *Allium sativum* (ajo) SOBRE BACTERIAS ANAEROBIAS AISLADAS DE ABSCESOS PERIAPICALES DE DIENTES CON PULPA NECROTICA.

NOVOA VASQUEZ Alfredo ¹, RÍOS CARO Teresa ², ARELLANO BARRAGÁN Julio

RESUMEN

El propósito de la investigación fue determinar el efecto *in Vitro* del aceite esencial y productos del *Allium sativum* (ajo) sobre las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica estableciéndose la concentración inhibitoria mínima (CIM) y concentración bactericida mínima (CBM) de estas sustancias.

Diecinueve cultivos fueron aislados de abscesos periapicales. Se hicieron diluciones del aceite de ajo y de sus productos, se colocó un inóculo a cada tubo y se llevó a incubación a 37° por 48 horas en anaerobiosis. El efecto bactericida y bacteriostático fue evaluado en los tubos donde no se observó crecimiento aparente. La CIM promedio del aceite ajo fue 592.1 µg/mL y la CBM promedio de 842 µg/mL. En cuanto al polvo de ajo integral, la CIM promedio fue 736.84 µg/mL, no se encontró concentración capaz de eliminar a las bacterias evaluadas. Respecto al polvo de ajo delipidizado no se encontró concentración capaz de inhibir el crecimiento bacteriano de las bacterias evaluadas.

En conclusión el aceite de ajo y el polvo de ajo integral poseen efecto antibacteriano contra *Streptococcus* spp., así como se determinó que el aceite de ajo supera en potencia antibacteriana al polvo de ajo integral ($p=0.02$).

PALABRAS CLAVE: Bacterias anaerobias, concentración inhibitoria mínima, concentración bactericida mínima, aceite de ajo, polvo de ajo integral, polvo de ajo delipidizado.

¹ Cirujano Dentista, Egresado de la Escuela de Estomatología de la Universidad Nacional de Trujillo.

² Cirujana Dentista, Especialista en Odontopediatría y Maestra en Estomatología. Profesora del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Trujillo.

³ MSc. Biólogo-Microbiólogo, profesor principal del Departamento de Química Biológica y Fisiología Animal, Facultad de Ciencias Biológicas de la UNT.

IN VITRO EFFECT OF ESSENTIAL OIL AND PRODUCTS OF *Allium sativum* (GARLIC) ON THE ISOLATED ANAEROBIC BACTERIA FROM PER APICAL ABSCESSSES OF TEETH WITH NECROTIC PULP

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the *in vitro* effect of essential oil and products of *Allium sativum* (garlic) on the isolated anaerobic bacteria from per apical abscesses of teeth with necrotic pulp. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericide concentration (MBC) of these substances was determined.

For this study, nineteen cultures of per apical abscesses were isolated in vacuum tubes. Then, dilutions of the garlic products were made. Inoculums was placed in each tube and incubated at 37° C for 48 hours under anaerobic conditions. Finally, both the bactericidal and bacteriostatic effects were evaluated in tubes and bacterial growth was not observed. All data was processed.

We conclude: (1) the MIC for garlic oil was 592.1 µg/mL and the MBC was 842 µg/mL and (2) the MIC for garlic powder was 736.84 µg/mL. Regarding to the determination of the MBC, no concentration that could kill the evaluated bacteria was found. Respect to the garlic powder without lipid, no concentration inhibiting growth of the evaluated bacteria was found.

In conclusion, the garlic oil and integral garlic powder have an antibacterial effect against the *Streptococcus* spp., and also that antibacterial power is stronger in the garlic oil more than in the integral garlic powder. ($p=0.02$).

Keywords: Anaerobic bacteria, minimum inhibitory concentration, minimum bactericide concentration, garlic oil, garlic powder, garlic powder without lipid.

I. INTRODUCCIÓN

En la odontología contemporánea, específicamente en el campo de la endodoncia, se han realizado investigaciones referidas al control de bacterias anaerobias responsables de los procesos periapicales; entre las cuales destacan principalmente el uso de fármacos sintéticos. En este contexto y debido a los escasos estudios realizados en nuestro medio acerca de la aplicación de productos naturales, como es el caso del *Allium sativum* (ajo), para el tratamiento de las bacterias anaerobias; se realizó el presente estudio con el propósito de determinar el efecto *in Vitro* del aceite esencial y productos del *Allium sativum* (ajo) contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.

Las bacterias anaerobias se encuentran en todo el cuerpo humano: sobre piel, superficies mucosas, en concentraciones altas en la boca y el aparato gastrointestinal, como parte de la flora normal ¹.

Estudios realizados ^{2,3} han demostrado de manera concluyente la presencia primordial de las bacterias anaerobias obligadas gram negativas en las infecciones endodónticas-periapicales. Otros investigadores han mencionado a microorganismos facultativos (como estreptococos, entero cocos y lacto bacilos), encontrándose un predominio de los anaerobios obligados al usar mejores técnicas de cultivo ⁴ indicándose que las infecciones endodónticas están directamente asociadas con la invasión bacteriana: hacia la dentina, sistema de canales radiculares y tejidos perirradiculares, asimismo se señala que su tratamiento es en gran parte dependiente de la eliminación químico mecánica del tejido pulpar infectado ⁵.

Desde la antigüedad se le atribuye al *Allium sativum* (ajo) virtudes curativas como: antiséptico, depurativo, antibacteriano (bactericida y bacteriostático), hipotensor, antiviral, antimicótico, hipoglucemiante, desintoxicante y antioxidante; además presenta efecto hipolipemiante, disminuyendo el nivel de colesterol y LDL en sangre ⁶. Se especula que el ajo también posee propiedades antitumorales por lo que su consumo habitual prevendría el desarrollo de determinados cánceres ⁷.

El *Allium sativum* (ajo) contiene una sustancia sulfurada inodora llamada aliina a la cual se le atribuye virtudes curativas, dicha sustancia por la acción de la aliinasa, se convierte en aliicina y luego

en disulfuro de alilo, que le da el característico olor a ajos ⁸. Se ha reportado que el *Allium sativum* posee acción fungicida y mejora la función inmunológica del paciente ^{6,8}.

Existen diferentes estudios acerca de la actividad antimicrobiana sobre bacterias anaerobias de agentes antibacterianos utilizados en endodoncia. Estrella y col. ⁹ analizaron el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2% y clorhexidina 2% contra bacterias de la microflora oral determinando que el uso de estas dos sustancias presenta efecto antimicrobiano. Así misma se conoce que el NaOCl al 5.25% ¹⁰ y la clorhexidina 2% ¹¹ poseen gran actividad antibacteriana contra *E. faecalis* y bacterias anaerobias.

Grosso y col. ¹² estudiaron la actividad antimicrobiana de agentes antibacterianos entre ellos el aceite de ajo, contra *S. Mutans* y otros microorganismos orales. Concluyendo que el aceite de ajo es una alternativa al uso de gluconato de clorhexidina.

En líneas generales, los aportes antes mencionados enfocan la tendencia del uso del hipoclorito de sodio e hidróxido de calcio como sustancias antimicrobianas contra bacterias anaerobias de la microflora oral. Además, se conoce que para el control de los microorganismos de la microflora oral se han evaluado otras sustancias como la clorhexidina entre otras con relativo éxito. Sin embargo, son escasos los reportes de investigaciones en nuestro medio acerca del uso del aceite esencial y productos del ajo para el control de los microorganismos de la microflora oral, además se desconoce la concentración inhibitoria mínima y concentración bactericida mínima de dichas sustancias. Asimismo, se debe considerar que en la actualidad la Organización Mundial de la Salud (OMS), está interesada en los sistemas terapéuticos indígenas, especialmente los referidos a las plantas medicinales, debido a que aproximadamente el 80% de la población mundial utiliza este tipo de terapias. Esto, unido a las limitaciones conocidas que posee el uso de componentes químicos aislados, incluyendo fármacos sintéticos, contándose entre ellos principalmente las reacciones secundarias que acompañan a su actividad terapéutica, hacen que el mundo ponga su mirada en la fitoterapia como un sistema alternativo.

Por tanto, la presente investigación tuvo por finalidad conocer el efecto *in Vitro* del aceite esencial y productos del *Allium sativum* (ajo) sobre las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes

con pulpa necrótica; y, por otro lado, determinar la concentración inhibitoria mínima y concentración bactericida mínima de estas sustancias.

PROBLEMA:

¿Cuál es el efecto *in Vitro*, del aceite esencial y productos del *Allium sativum* (ajo), contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica?

HIPOTESIS:

El aceite esencial y productos del *Allium sativum* (ajo) presentan efecto antibacteriano *in Vitro* contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar *in Vitro*, el efecto antibacteriano del aceite esencial y productos del *Allium sativum*, contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.

ESPECÍFICOS:

- Determinar *in Vitro*, la concentración inhibitoria mínima del aceite de ajo contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.
- Determinar *in Vitro*, la concentración bactericida mínima del aceite de ajo contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.
- Determinar *in Vitro*, la concentración inhibitoria mínima del polvo de ajo delipidizado contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.
- Determinar *in Vitro*, la concentración bactericida mínima del polvo de ajo delipidizado contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.
- Determinar *in Vitro*, la concentración inhibitoria mínima del polvo de ajo integral contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.
- Determinar *in Vitro*, la concentración bactericida mínima del polvo de ajo integral contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO:

Experimental y de corte longitudinal

DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN MUESTRAL

El universo muestral estuvo constituido por todos los pacientes que asistieron al servicio de Odontología del Hospital Luis Albretch - EsSalud, Trujillo.

Criterios de Inclusión:

- Pacientes que presentaron pieza(s) con necrosis pulpar y absceso periapical.
- Pacientes que presentaron pieza(s) con necrosis pulpar y absceso periapical y que no estuvieron bajo tratamiento farmacológico.
- Pacientes de 18 años a más.

Criterios de Exclusión:

- Pacientes que no dieron su consentimiento para el estudio.
- Pacientes que además del absceso presentaron bolsa periodontal.
- Pacientes que presentaron antecedentes de fiebre reumática, enfermedad coronaria e inmunosupresión.
- Pacientes que presentaron fístula activa.
- Además no se tuvo en cuenta aquellas piezas dentarias que presenten abscesos producto de la ruptura del paquete vasculonervioso debido a traumatismo.

CONSIDERACIONES ÉTICAS:

El estudio contó con la autorización de la Facultad de Medicina, del Centro de Salud involucrado y el Consentimiento Informado de los pacientes, en concordancia con las recomendaciones establecidas en la declaración de Helsinki, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial en Helsinki, Finlandia, junio 1964 y modificada por la Asamblea Médica Mundial en Tokio, enero 2004¹³

DISEÑO ESTADÍSTICO DE MUESTREO: UNIDAD DE ANÁLISIS:

Cada muestra obtenida de los pacientes que presentaron absceso periapical con salida de material purulento (páulis).

UNIDAD DE MUESTREO:

Cada paciente que presentó absceso periapical con salida de material purulento (páulis).

TAMAÑO MUESTRAL:

La muestra se obtuvo considerando una confianza del 95% ($Z = 1.96$), error tolerable del 5% ($E = 0.05$), prevalencia de absceso periapical con fístula del 2% ($P=0.02$), según Perfil Epidemiológico de

Odontología del año 2004 del Hospital Luís Albretch, y el empleo de la siguiente fórmula:

Reemplazando valores: $n_0 = 30$

La misma que se reajustó a partir del universo de $N = 52$ pacientes (Según casuística bimensual del año anterior proporcionada por la oficina de Estadística del Hospital Luís Albretch), mediante:

$$n_0 = \frac{Z^2 P (1 - P)}{E^2}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$n = 19$ pacientes

MÉTODO DE SELECCIÓN:

Fueron seleccionados todos los pacientes que presentaron en el momento del examen todos los criterios de inclusión del estudio.

PROCEDIMIENTO:

Cada paciente hizo constar su autorización firmando una hoja de Consentimiento Informado, para la realización del examen y toma de muestra para esta investigación.

DEL EXAMEN:

- Para la determinación de abscesos dentales de piezas dentarias con pulpa necrótica, la pieza dentaria debía presentar salida de material purulento a través de una fístula (páulis).
- Sólo se tuvo en cuenta aquellos pacientes que presentaron páulis inactivo, por lo tanto, se descartó aquellas piezas que presentaron páulis activo.
- La pieza dentaria debía presentar: lesión cariosa, dolor a la percusión vertical; así como respuesta negativa a los cambios térmicos, y ausencia de movilidad patológica.
- Con ayuda de una sonda periodontal se verificó que las piezas con absceso periapical no presentaran enfermedad periodontal: bolsa periodontal.
- A través del examen radiográfico se identificó a la pieza afectada, cuando el páulis se encontró entre dos piezas dentarias, corroborándose a la vez la ausencia de enfermedad periodontal: lesión de furca, pérdida ósea ó lesión periodontal lateral.

DE LA TOMA DE MUESTRA:

- Una vez ubicada la lesión (páulis), se realizó la asepsia de la zona utilizando una gasa estéril empapada con solución de alcohol yodado.
- Utilizando una jeringa de tuberculina y aguja N° 26, se procedió a la punción y aspiración del contenido de la lesión.
- Al retirar la aguja, la muestra fue inmediatamente introducida dentro de un tubo de ensayo, conteniendo 5 mL de caldo de Tioglicolato (medio de transporte); mientras la muestra fue introducida en el tubo de ensayo, la boca del tubo fue flameada con un mechero, se colocó la tapa y se agitó la muestra (muestra basal).
- Posteriormente la muestra fue llevada al laboratorio para su procesamiento.

AISLAMIENTO ,CULTIVO Y ESTANDARIZACIÓN DEL INÓCULO:

- Al término de este tiempo se sembró por agotamiento una alícuota de la muestra basal en una placa petri con agar sangre, esta placa petri se incubó en condiciones anaerobias en una atmósfera de H_2 y CO_2 a $37^\circ C$ por espacio de 48 horas, usando la jarra Gaspak .
- De las colonias que se consideraron presuntamente pertenecientes a la microflora oral, tomando en cuenta sus características de forma, tamaño¹; se tomaron muestras a las que se les realizó coloración Gram para determinar la característica tintorial y morfológica del microorganismo presente en dichas colonias.
- De las colonias que se determinaron eran de *Streptococcus spp* gram positivos , se tomaron muestras y se sembraron por agotamiento en una placa petri con agar sangre, esta placa petri se incubó en condiciones anaerobias en una atmósfera de H_2 y CO_2 a $37^\circ C$ por espacio de 48 horas, usando la jarra Gaspak. A los cultivos obtenidos, se les realizó nuevamente coloración Gram para verificar su característica tintorial y comprobar su pureza. También se les realizó la prueba de la catalasa, para diferenciar a *Streptococcus spp* de *Staphylococcus spp*, usando una solución de H_2O_2 al 3%. Aquellos cultivos que resultaron negativos a esta prueba, se los consideró como cultivos puros de *Streptococcus spp*.
- Posteriormente, se hicieron diluciones para

alcanzar una turbidez semejante al tubo N° 1 del nefelómetro de Mc Farland (suspensión experimental).

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN INHIBITORIA MÍNIMA (CIM) Y CONCENTRACIÓN BACTERICIDA MÍNIMA (CBM):

Para determinar la CIM y la CBM de los productos del ajo a evaluarse se realizó lo siguiente:

- Se preparó diluciones en tubos de ensayo conteniendo caldo de tioglicolato más producto de ajo.
- Se adicionó 02 tubos controles:

Al primer tubo no se añadió producto de ajo. Este tubo se utilizó para controlar el crecimiento del inóculo aplicado en los tubos.

El segundo tubo presentó una concentración de producto de ajo igual a la del tubo N° 1. Este tubo se utilizó para control ambiental.

- Después del proceso de dilución se colocó un inóculo de 0.5 mL de la suspensión experimental a cada tubo (excepto para el primer tubo control) y se llevó a incubación a 37° C por un lapso de 48 horas en condiciones anaerobias.
- El crecimiento microbiano se evaluó por turbidez del medio de cultivo.
- El efecto bactericida y bacteriostático se evaluó por sembrado en placa con agar sangre del contenido de los tubos donde no se observó crecimiento aparente.
- Después del sembrado fueron llevados a incubación a 37° C por 48 horas en condiciones anaerobias.
- Todos los ensayos se realizaron por duplicado bajo condiciones asépticas.

DEL INSTRUMENTO:

Se utilizó una ficha, elaborada especialmente para la recolección de datos.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:

Los datos consignados en los correspondientes instrumentos de recolección fueron procesados de manera automatizada con el auxilio del paquete estadístico SPSS v. 12.0.

Para el análisis estadístico se empleó la Prueba T de Student para comparar los promedios de las concentraciones.

III. RESULTADOS

El promedio de la concentración inhibitoria mínima (CIM) para el aceite de ajo fue 592.1 µg/mL (Tabla 1), mientras que el promedio de la concentración bactericida mínima (CBM) fue de 842 µg/mL (Tabla 2)

El promedio de la CIM para el polvo de ajo integral fue 736.84 µg/mL (Tabla 1), en cuanto a la determinación de la CBM no se encontró concentración alguna capaz de matar a las bacterias evaluadas. (Tabla 2)

En relación de la determinación de las CIM y CBM del polvo de ajo delipidizado no se encontró concentración alguna capaz de inhibir el crecimiento bacteriano de las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica. (Tabla 1 y 2)

El análisis estadístico mediante la prueba T de Student aplicada a los promedios de las CIM para el polvo de ajo integral (PAI) y el aceite de ajo (AA), revela que existe diferencia estadísticamente significativa ($p=0.02$). (Tabla 1 y 2)

TABLA N° 1:

CONCENTRACIÓN INHIBITORIA MÍNIMA (CIM) DE LOS PRODUCTOS DEL AJO CONTRA LAS BACTERIAS ANAEROBIAS AISLADAS DE ABSCESOS PERIAPICALES DE DIENTES CON PULPA NECRÓTICA.

N° de cultivo	Aceite de Ajo (AA)	Polvo de Ajo Integral (PAI)	Polvo de Ajo Delipidizado (PAD)
	CBM (µg/ml)	CBM (µg/ml)	CBM (µg/ml)
1°	750	750	*
2°	750	500	*
3°	500	750	*
4°	500	750	*
5°	500	500	*
6°	750	500	*
7°	750	1000	*
8°	750	750	*
9°	750	750	*
10°	750	750	*
11°	500	750	*
12°	500	750	*
13°	750	1000	*
14°	500	750	*
15°	500	750	*
16°	500	750	*
17°	750	750	*
18°	750	750	*
19°	500	750	*
	x=592.1	x=736.8	

*No se encontró concentración alguna capaz de inhibir el crecimiento bacteriano.

TABLA N°2:

CONCENTRACIÓN BACTERICIDA MÍNIMA (CBM) DE LOS PRODUCTOS DEL AJO CONTRA LAS BACTERIAS ANAEROBIAS AISLADAS DE ABSCESOS PERIAPICALES DE DIENTES CON PULPA NECRÓTICA.

N° de cultivo	Aceite de Ajo (AA)	Polvo de Ajo Integral (PAI)	Polvo de Ajo Delipidizado (PAD)
	CBM (µg/ml)	CBM (µg/ml)	CBM (µg/ml)
1°	1000	*	*
2°	1000	*	*
3°	750	*	*
4°	750	*	*
5°	750	*	*
6°	750	*	*
7°	750	*	*
8°	750	*	*
9°	1000	*	*
10°	1000	*	*
11°	750	*	*
12°	750	*	*
13°	1000	*	*
14°	750	*	*
15°	750	*	*
16°	750	*	*
17°	1000	*	*
18°	1000	*	*
19°	750	*	*
	x=736.8		

*No se encontró concentración alguna capaz de inhibir el crecimiento bacteriano

ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE MUESTRAS RELACIONADAS

	Media	Nº	Desviación Típ	Error típ de la media
Parl PAI	736.842	19	131.06625	30.06866
AA	592.105	19	123.89866	28.42430

	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bi)	
	Medi	Desv. típ	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior				Superior
Parl PAI - AA	144.73	173.120	39.7166	61.2953	228.178	3.64	18	.002

IV. DISCUSIÓN

Las propiedades antibacterianas del ajo han sido reportadas ampliamente, sin embargo son pocas las investigaciones realizadas contra la microflora oral^{12, 14}.

En el presente estudio se evaluó el efecto del aceite de ajo, polvo de ajo integral y el polvo de ajo delipidizado contra microorganismos de la microflora oral y se obtuvo como resultados que el aceite de ajo y el polvo de ajo integral inhiben significativamente el crecimiento de bacterias gram positivas de la microflora oral, estos resultados son comparables con los obtenidos por Groppo, Ramacciato, Simoes, Florio, Sartoratto¹² quienes evaluaron la actividad del extracto acuoso de *Allium sativum* contra bacterias de la microflora oral, concluyendo que el extracto acuoso de *Allium sativum* inhibe el crecimiento de *Streptococcus mutans*.

En la presente investigación también se determinó que la CIM y CBM para el aceite de ajo fue 592.1 µg/mL y 842µg/mL respectivamente, resultados que son comparables con los obtenidos por Bakri y Douglas¹⁴ quienes evaluaron el efecto del extracto acuoso de ajo para inhibir el crecimiento de microorganismos pertenecientes a la microflora oral, obteniendo como resultado que la CIM para cultivos Gram-positivos fue 27.5 µg/mL de alicina y que la CBM fue 91.9 µg/mL de alicina; al comparar las concentraciones podemos notar que estas fueron mucho mayores para el aceite de ajo que para el extracto acuoso, esto se debe a que la alicina posee mayor potencia antimicrobiana en comparación con los diallil sulfuros del aceite de ajo¹⁵.

Otros investigadores¹⁶, determinaron en base a sus estudios que todas las bacterias evaluadas (gram-negativas, gram-positivas y formas patogénicas) fueron susceptibles al aceite de ajo (CIM 0.02 - 5.5 mg/mL) y al polvo de ajo (CIM 6.25 - 12.5 mg/mL), estos resultados son comparables con los obtenidos en la presente investigación (aceite de ajo CIM 592.1 µg/mL y polvo de ajo CIM 736.84 µg/mL) contra *Streptococcus spp.*. En este caso los principios activos intervinientes fueron por el aceite de ajo los diallil sulfuros y por el polvo de ajo integral la alicina, a pesar de que el poder antimicrobiano es mucho mayor para la alicina que para los diallil sulfuros, hay que recalcar que la cantidad del principio activo presente en el polvo de ajo es escasa y considerando que la molécula de alicina es inestable y volátil¹⁵ se corroboró que la potencia del aceite de ajo es sustancialmente mejor que la del polvo de ajo^{15,16}.

Naganawa, Iwata, Ishikawa, Fukuda, Fujino y Suzuki¹⁷ evaluaron el efecto del ajoeno, diallil sulfuro y del diallil disulfuro contra bacterias gram positivas (*Streptococcus spp.*) y determinaron que a pesar de que las estructuras químicas de estos compuestos son similares, sólo se demostró efecto antibacteriano en el diallil disulfuro y en el ajoeno (CBM > 500 µg/ml), corroborando los resultados obtenidos en esta investigación (CBM para el aceite de ajo 842µg/mL).

Con respecto a los resultados obtenidos con el polvo de ajo delipidizado en la presente investigación, no se determinó concentración alguna capaz de inhibir el crecimiento microbiano. Este resultado se debe posiblemente a que la molécula de alicina es inestable, volátil y que la cantidad de principio activo presente es insuficiente para producir efecto antibacteriano¹⁵.

Los resultados del presente estudio indican claramente que el ajo tiene efectos bacteriostáticos y bactericidas que podrían ser utilizados en el campo clínico endodóntico, no obstante estos resultados sólo constituyen el primer paso de una investigación que debe cumplir diferentes fases en el campo experimental con proyección a su aplicación terapéutica.

V. CONCLUSIONES

- El aceite de ajo presenta efecto bacteriostático y bactericida contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica, mientras que el polvo de ajo integral

solo presenta efecto bacteriostático contra dichas bacterias. El polvo de ajo delipidizado no presenta efecto contra las bacterias evaluadas.

- El promedio de la concentración inhibitoria mínima del aceite de ajo contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica fue de 592.1 µg/mL mientras que el promedio de la concentración bactericida mínima fue de 842 µg/mL.
- El promedio de la concentración inhibitoria mínima del polvo de ajo integral contra las bacterias anaerobias aisladas de abscesos periapicales de dientes con pulpa necrótica fue de 736.84 g/mL.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brooks G, Butel J, Stephen A. Morse. Microbiología Médica de Jawets. Melnick y Adelberg. 17ed. México Edit. El Manual moderno. 2002.
2. Rocas IN, Siqueira JF Jr, Andrade AFB, Uzeda M. Identification of selected putative oral pathogens in primary root canal infections associated with symptoms. *Anaerobe*. 2002; 8:200-208.
3. RC. Jacinto, BPFA. Gomes, HN.Shah, CC. Ferraz, AA. Zaia y FJ. Souza-Filho. Incidence and antimicrobial susceptibility of Porphyromonas gingivalis from mixed endodontic infection. *International Endodontic Journal*. 2006 :39: 62-70.
4. Cosme Gay Escoda, Leonardo Berini Aytés. Cirugía Bucal. Barcelona-España. Editorial Océano. 2006.
5. Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K. Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*. 2004: 97:95-9.
6. Harris JC, Cottrell SL, Plummer S, Lloyd D, Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Appl Microbiol Biotechnol*. 2001:57 (Suppl 3): 282 - 6.
7. Kuklinski. Farmacognosia. España.Ed.Omega. 2000.
8. Avato P, Tursil E, Vitali C, Miccolis V, Candido V. Allylsulfide Constituents of garlic volatile oil as antimicrobial agents. *Phytomedicine*. 2000 : 7 (Suppl 3): 239 -463.
9. Estrela C. y col. Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. *Braz.Dent.J.* (Ribeirao Preto)2003: 14 (Suppl 1).
10. Berber VB, Gomes BPFA, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CCR, Zaia AA, Souza-Filho FJ. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontic Journal*.2006:39: 10-17.
11. Gomes BPFA, Souza SFC, Ferraz CCR et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *Journal of Endodontics*. 2003: 36:267-75.
12. Groppo FC y col. Antimicrobial activity of garlic, tea tree oil, and chlorhexidine against oral microorganisms. *Int Dent J*. 2002: 52 (Suppl 6): 433 - 7.
13. Carter, Greco, Kloiber, Letlape y Nelson. Informe del grupo de trabajo sobre La Revisión del párrafo 30 De La Declaración De Helsinki. Asociación Médica Mundial. 2004.
14. Bakri IM, Douglas CW. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. *Arch Oral Biol*. 2005: 50(Suppl 7):645-51.
15. E. A. O'Gara, D. J. Hill, and D. J. Maslin. Activities of garlic oil, garlic powder and their diallyl constituents against *Helicobacter pylori*. *Applied and Environmental Microbiology*. 2000:66(Suppl5).2269-2273.
16. Z. M. Ross, E. A. O'gara, D. J. Hill, H. V. Sleightholme Y D. J. Maslin. Antimicrobial Properties of Garlic oil against Human Enteric Bacteria: Evaluation of Methodologies and Comparisons with Garlic oil Sulfides and Garlic Powder. *Applied and Environmental Microbiology*, 2001: 67(Suppl 1): 475-480
17. R. Naganawa, N.Iwata, K. Ishikawa, H. Fukuda, T. Fujino and A. Suzuki. Inhibition of microbial growth by ajoene, a sulfur-containing compound derived from garlic. *Applied and Environmental Microbiology*. 1996: 62(Suppl11): 4238-4242.