



Actividad antimicrobiana del aceite esencial del kion (*Zingiber officinale*) sobre cepas de *Streptococcus* causantes de linfadenitis cervical en cuyes

Antimicrobial activity of kion essential oil (*Zingiber officinale*) on *Streptococcus* strains that cause cervical lymphadenitis in guinea pigs

Sandra Krklec Torres ¹, Siever Morales-Cauti ^{1,2}

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto antimicrobiano del aceite esencial del kion (*Zingiber officinale*) sobre cepas de *Streptococcus* causantes de linfadenitis cervical en cuyes (*Cavia porcellus*). El aceite esencial de kion se obtuvo a través de la destilación por arrastre de vapor, logrando un rendimiento de 0,06%, donde el componente mayoritario fue α -Citral (21,11%). Se recolectaron abscesos de animales con diagnóstico positivo a linfadenitis cervical provenientes de granjas comerciales. Se identificaron y aislaron 20 cepas de casos clínicos, 16 de *Streptococcus pyogenes* y 4 de *Streptococcus equi* subsp *zooepidemicus*. Se trabajó con cuatro concentraciones (65, 45, 25 y 5%) del aceite esencial y tres repeticiones por cada cepa aislada. El mayor diámetro de halo de inhibición en promedio fue 15,12 mm y 14,73 mm para cepas de *S. pyogenes* y *S. equi* subsp *zooepidemicus* en la concentración al 65% con un valor de sensibilidad límite (SL) y sensibilidad media (SM), respectivamente según la escala Duraffourd et al. (1986); mientras que las concentraciones del 25 y 45% tuvieron un valor de SL de 9,53 mm y 12,19 mm para *S. pyogenes*; en tanto valores promedio de 9,93 mm y 12,81 mm para *S. equi* spp *zooepidemicus*. El aceite esencial del kion presenta actividad antimicrobiana *in vitro* frente a cepas *S. pyogenes* y *S. equi* subsp *zooepidemicus*.

PALABRAS CLAVE: *Cavia porcellus*, abscesos, *Streptococcus pyogenes*; linfadenitis, *Zingiber officinale*

SUMMARY

The aim of this study was to determine the antimicrobial effect of ginger essential oil (*Zingiber officinale*) on *Streptococcus* strains that cause cervical lymphadenitis in guinea pigs (*Cavia porcellus*). Ginger essential oil was obtained through steam distillation, achieving a yield of 0.06%, where the majority component was α -Citral (21.11%). Abscesses were collected from animals with a positive diagnosis for cervical lymphadenitis in commercial farms. Twenty strains from clinical cases, 16 *Streptococcus pyogenes* strains, and 4 *Streptococcus equi* subsp *zooepidemicus* strains were identified and isolated. Four concentrations (65, 45, 25 and 5%) of the essential oil and three repetitions for each isolated strain were used. The largest average diameter of the inhibition halo was 15.12 mm and 14.73 mm for strains of *S. pyogenes* and *S. equi* subsp *zooepidemicus* at a concentration of 65% with a limit sensitivity (SL) and medium sensitivity (SM) respectively according to the Duraffourd et al. scale. (1986), while concentrations of 25% and 45% had a limit sensitivity value (SL) of 9.53 mm and 12.19 mm for *S. pyogenes*; meanwhile mean values of 9.93 mm and 12.81 mm for *S. equi* spp *zooepidemicus*. The essential oil of ginger has in vitro antimicrobial activity against *S. pyogenes* and *S. equi* subsp *zooepidemicus* strains.

KEY WORDS: *Cavia porcellus*, abscesses, *Streptococcus pyogenes*, lymphadenitis, *Zingiber officinale*

¹ Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

² Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) se ha convertido en una importante fuente de proteína animal para el consumo humano, así como una de las actividades más rentables en las comunidades rurales, gracias a sus múltiples ventajas para la crianza, tales como la alta fecundidad, flexibilidad de la dieta y adaptabilidad a una amplia gama de condiciones medioambientales (Lammers et al., 2009; Sánchez-Macías et al., 2016).

La infección por estreptococos ocurre principalmente por *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*, que ingresa al organismo a través de las mucosas conjuntivales, nasales, o por pequeñas abrasiones en la zona oral causados por la ingesta de alimento fibroso. Las bacterias se diseminan por el flujo linfático llegando a diversos ganglios, especialmente a los cervicales, generando grandes abscesos que perforan la piel y supuran (Morales, 2013; Anderson et al., 2015).

Se dispone de diversos tratamientos, incluyendo los antibióticos penicilina y dehidroestreptomicina, bacitracina (Molina, 2012; Ataucusi, 2015), fluorquinolonas, gentamicina y cloranfenicol (Matsuura et al., 2010; Morales, 2012; Morales, 2013). En algunos casos requiere la extirpación quirúrgica del absceso, pero en casos de epizootias se recomienda el sacrificio de todo el plantel o camadas en contacto ante la posibilidad de diseminación del patógeno (Anderson et al., 2015; Morales, 2017; Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), 2019).

La limitante del cuy con respecto al uso de antibióticos se debe a su asociación con cuadros de tiflocolitis hemorrágica, que puede causar la muerte en 1-5 días de la administración del fármaco, ya que suprime la microbiota intestinal residente, permitiendo la colonización y proliferación de *Clostridium difficile* y sus endotoxinas. Los antibióticos implicados en estos escenarios son las penicilinas, cefalosporinas, clindamicinas, estreptomycinas, lincomycinas y penicilinas (Suckow et al., 2012; Anderson et al., 2015).

El uso indiscriminado de los antibióticos ha dado lugar a bacterias resistentes a estos, lo cual viene afectando la industria alimentaria (Casana, 2017). En ciertos casos no se respeta el periodo de retiro de los fármacos; llegando a reportarse la presencia de antibióticos en subproductos de carcasas de cuyes (Morales, 2013; Ampuero-Riega y Morales-Cauti, 2021), leche cruda de bovinos (Jáuregui y Celis-

Vielman, 2018; Caracundo, 2019), hígado de pollo (Albujar, 2015) y huevos de ave (Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), 2018).

Para abordar la problemática, se plantea la opción de la fitoterapia, definida como el uso de plantas medicinales con fines terapéuticos (Camargo y Navarro, 2017). El Perú es uno de los 17 países megadiversos del planeta, pues posee alrededor del 10% de las especies de la flora (25 000 especies), 30% de las cuales son endémicas; y además ocupa el primer lugar en número de especies de plantas con propiedades medicinales utilizadas por la población y en especies domesticadas nativas (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2018). Entre estas se encuentra el kion o jengibre (*Zingiber officinale*) que posee α -zingiberene, β -sesquiphellandrene, *ar-curcumene*, α -farnesene, β -bisabolene y geranial como responsables del comportamiento bactericida contra *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Pseudomonas aeruginosa* (Mohaddese, 2019); o el cedron, donde se reporta actividades antibacterianas relacionadas a compuestos como Limoneno, β -citral y α -citral de propiedades antibacterianas (Huerta et al., 2020). Debido a lo mencionado anteriormente, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto antimicrobiano del aceite esencial de kion (*Z. officinale*) frente a cepas de *Streptococcus* provenientes de cuyes con linfadenitis cervical.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El estudio se realizó en la Unidad de Investigación en Productos Naturales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y en la Unidad de Microbiología de la Universidad Científica del Sur, ambas ubicadas en la ciudad de Lima - Perú.

Kion y aceite esencial

El rizoma de kion fue recolectado en diciembre de 2019 en el distrito Coviriali, provincia de Satipo, Perú; a una altitud de 980 msnm. Este material fue seleccionado, pelado, secado y cortado trozos menores a 1 cm para que puedan deshidratarse y secarse en forma homogénea.

Los rizomas fueron sometidos a destilación por arrastre con vapor de agua y luego se analizaron los compuestos volátiles por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Las condiciones cromatográficas para el aceite de kion

se hizo con un cromatógrafo de gases (*Agilent Technologies 7890*), acoplado a un detector selectivo de masas (*Agilent Technologies 5975C*). Columna: J&W 122-1545.67659 DB-5ms, 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm; Rampa de temperatura: Empieza en 40 °C y sube a 5 °C/min hasta 155 °C; 2,5 °C/min hasta 170 °C y finalmente 10 °C/min hasta 240 °C; Tiempo de corrida: 46 min; Volumen de Inyección: 1 µl; Split: 40:1; Gas portador: He, 1 ml/min, 20 µl del aceite esencial fue diluido en 1 ml de diclorometano, y luego se inyectó 1 µl al cromatógrafo de gases.

Discos con aceite esencial

Se trabajó con las concentraciones de aceite esencial al 65, 45, 25 y 5%, diluidas con dimetilsulfóxido (DMSO). Los discos en blanco fueron impregnados con 30 µl de cada concentración e incubados a 37 °C por 24 horas para su empleo en los antibiogramas.

Aislamiento e identificación de bacterias

Esta parte del estudio involucró a 68 cuyes con diagnóstico positivo a linfadenitis cervical (presencia de abscesos) provenientes de granjas de tipo familiar-comercial. Los cuyes fueron sacrificados humanitariamente y seguidamente se procedió con la necropsia, según la técnica estandarizada por Astaiza-Martínez *et al.* (2013). Los abscesos se retiraron con una hoja de bisturí, y fueron depositados en bolsas “zyploc”, identificando la localización de la granja y del absceso. El material fue transportado en condiciones de refrigeración al laboratorio, donde los abscesos fueron bañados en alcohol y flameados por 3 s, luego se abrieron con una hoja de bisturí estéril y el contenido fue sembrado en agar sangre e incubado a 37 °C por 24 h. Para la identificación de las cepas de *Streptococcus pyogenes* y *Streptococcus equi* subsp *zooepidemicus* se hizo uso de pruebas microbiológicas como la prueba de catalasa, tipo de hemólisis, tinción gram, prueba de agar triple azúcar hierro (TSI), prueba de rojo de metilo (MR), prueba de Voges-Proskauer (VP), prueba de bilis esculina, prueba de Bacitracina al 0.04 UI, prueba de Camp, y prueba de fermentación de sorbitol y trehalosa.

Preparación del Inóculo e Inoculación

A partir del cultivo puro, se tomaron varias colonias con un ansa y se procedió a suspender las colonias de forma directa en caldo tripticasa de soya (TSB) e incubadas por 4 horas a 37 °C hasta alcanzar 0.5 de la escala de McFarland.

Se introdujo un hisopo estéril en la suspensión bacteriana dejándose reposar por 5 min, luego se retiró teniendo cuidado de eliminar el exceso de líquido. El hisopo se deslizó en una placa con agar sangre de cordero al 5%. Esto se hizo en tres oportunidades, rotando la placa unos 60° cada vez para una siembra uniforme. Luego de 5 min se colocaron los discos impregnados con las cuatro concentraciones del aceite esencial de kion y un quinto disco como control positivo (Penicilina G, 10 UI, OXOID™). Se sembraron tres placas por cada cepa bacteriana y se incubaron a 37 °C durante 24 h.

La lectura del diámetro de los halos de inhibición se realizaron según el método de Kirby-Bauer. Los diámetros se relacionaron con los valores propuestos por Duraffourd *et al.* (1986) (tabla 1).

Tabla 1.

Escala de sensibilidad según Duraffourd *et al.* (1986)

Interpretación del halo de inhibición	Halo de inhibición (mm)
Nula (N)	<8
Sensibilidad límite (SL)	8-14.9
Sensibilidad media (SM)	15-20
Sumamente sensible (SS)	>20.1

Se determinó la media, desviación estándar, valor mínimo y máximo de los halos de inhibición. Los datos fueron procesados en el software SPSS v. 25 mediante el análisis para varias muestras relacionadas de Friedman con un valor crítico de $p < 0.05$. Se utilizó la prueba de Bonferroni para determinar diferencias significativas entre grupos. También se determinó el percentil de sensibilidad límite y media del aceite esencial de kion para *Streptococcus pyogenes* y *Streptococcus equi* supesp *zooepidemicus*.

RESULTADOS

Se llegó a obtener 800 µl de aceite esencial a partir de 989 g del rizoma de kion, resultando un rendimiento de 0,061%. Se identificaron 42 compuestos volátiles, predominando α -Citral (21,11%), β -Citral (16,02%); sin embargo, también se encontró otros compuestos de menor concentración con evidencia de actividad antibacteriana como α -Zingiberene (4,09%), α -curcumene (0,61%), β -Sesquiphelandrene (1,45%), D-Limoneno (1,75%) (tabla 2).

Se aislaron 16 cepas de *Streptococcus pyogenes* y 4 cepas de *Streptococcus equi* subesp *zooepidemicus* de 20 cuyes.

Según se puede observar en la tabla 3, el 25% de mediciones de los halos de inhibición de los discos con 5% de concentración del aceite esencial mostraron valores mayores o iguales a 8 mm, que es

la sensibilidad límite. Las concentraciones de 25% y 45% presentaron sensibilidades límite en el percentil 95% y 90% con 11,5 mm y 14,8 mm, respectivamente. Por otra parte, la concentración de 65% determina que el percentil 50% de mediciones de los halos de inhibición presentan sensibilidad media con valores mayores o iguales a 15 mm (tabla 3).

Tabla 2.

Identificación de 42 compuestos que formaron parte del aceite esencial de kion (*Zingiber officinale*)

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	tR ¹ (min)	Proporción (%)
1	<i>2-Heptanona</i>	11,67	0,12
2	<i>2-Heptanol</i>	12,01	1,16
3	<i>α-Pineno</i>	13,26	2,73
4	<i>Camfeno</i>	13,85	8,21
5	<i>Sabineno</i>	14,50	0,18
6	<i>6-Metil-5-hepten-2-ona</i>	14,71	0,93
7	<i>β-Mirceno</i>	14,88	1,19
8	<i>Octanal</i>	15,35	0,13
9	<i>α-Felandreno</i>	15,59	0,57
10	<i>β-Cimeno</i>	16,18	0,22
11	<i>D-Limoneno</i>	16,34	1,75
12	<i>β-Felandreno</i>	16,44	9,04
13	<i>Eucaliptol</i>	16,50	9,45
14	<i>2-Nonanona</i>	18,11	1,05
15	<i>β-Linalool</i>	18,42	1,92
16	Desconocido (C ₁₀ H ₁₆ O)	18,56	0,37
17	Desconocido (C ₁₀ H ₁₆ O)	19,79	0,15
18	<i>β-Citronelal</i>	20,06	1,05
19	<i>Alcanfor</i>	20,23	0,19
20	Desconocido (C ₁₀ H ₁₆ O)	20,32	0,59
21	<i>3-Metilcamfenilanol</i>	20,50	0,19
22	Desconocido (C ₁₀ H ₁₆ O)	20,88	0,81
23	<i>trans-Borneol</i>	20,97	3,61
24	<i>Terpinen-4-ol</i>	21,15	0,41
25	<i>α-Terpineol</i>	21,55	1,69
26	Desconocido (C ₁₀ H ₁₆ O)	21,61	0,30
27	<i>β-Citronelol</i>	22,25	1,74
28	<i>β-Citral</i>	22,74	16,02
29	<i>Geraniol</i>	22,95	2,07
30	Desconocido (C ₁₀ H ₁₆ O)	23,18	0,33
31	<i>α-Citral</i>	23,58	21,11
32	<i>2-Undecanona</i>	24,18	0,70

33	<i>α-Curcumene</i>	30,42	0,61
34	<i>Germacreno D</i>	30,74	0,26
35	<i>α-Zingiberene</i>	30,92	4,09
36	<i>α-Farnesene</i>	31,09	1,03
37	<i>β-Bisabolene</i>	31,43	1,25
38	<i>β-Sesquifelandrene</i>	32,13	1,45
39	<i>Elemol</i>	33,29	0,24
40	<i>Zingiberenol</i>	36,47	0,34
41	<i>Cubenol</i>	37,44	0,38
42	<i>β-Eudesmol</i>	39,34	0,37

t_R Tiempo de retención

Tabla 3.

Resultados del halo de inhibición (mm) en discos con aceite esencial de kion enfrentados a *Streptococcus pyogenes*

Concentración	Media (mm)	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Control	38,50	2,90	32	44
5%	7,82	0,31	7	8,6
25%	9,53	1,03	8	12
45%	12,19	1,84	8,8	16,4
65%	15,12	2,90	9,4	22,2
Total	16,63	1,79	7,0	44,0

Tabla 4.

Análisis del percentil de determinación de sensibilidad límite y media del aceite esencial de kion para *Streptococcus pyogenes*

Concentración	Percentil						
	5	10	25	50	75	90	95
Control	34	34	36,1	38,4	40,8	42	43,1
5%	7,2	7,5	7,6	7,8	8*	8,2	8,4
25%	8,1*	8,2	8,5	9,6	10,2	11	11,5
45%	9,1*	9,6	10,7	12	13,9	14,8	15,5**
65%	10*	11,8	12,6	15**	17,6	18,4	19,9
Total	7,6	7,8	8,6	12	17,6	38,4	40,5

* Nivel de sensibilidad límite (SL) y ** Nivel de sensibilidad media (SM) según Duraffourd *et al.* (1986)

En la tabla 5 se muestra que el 25% de mediciones de los halos de inhibición mostraban valores mayores o iguales a 8 mm para la concentración al 5% que presenta sensibilidad límite, las concentraciones del 25 y 45% presentaron sensibilidad límite en percentil

95% con valores mayores o iguales a 9,2 mm y 11,4 mm, respectivamente. Asimismo, la concentración de 65% determina que el 50% de mediciones de los halos de inhibición presentan sensibilidad media con valores mayores o iguales a 15,4 mm (tabla 6).

Tabla 5.

Resultados del halo de inhibición (mm) en discos con aceite esencial de kion enfrentados a *Streptococcus equi* subesp *zooepidemicus*

Concentración	Media (mm)	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Control	39,48	3,80	28	42
5%	7,80	0,34	7,2	8,4
25%	9,93	0,39	9,2	10,6
45%	12,81	0,91	11,4	14
65%	14,73	1,26	12,4	16,2
Total	16,95	1,34	7,2	42,0

Tabla 6.

Análisis del percentil de determinación de sensibilidad límite y media del aceite esencial de kion para *Streptococcus equi* supesp *zooepidemicus*

Concentración	Percentil						
	5	10	25	50	75	90	95
Control	28	31	39,6	40,3	41,8	42	42
5%	7,2	7,26	7,6	7,8	8*	8,3	8,4
25%	9,2*	9,3	9,6	10	10,2	10,5	10,6
45%	11,4*	11,5	12	12,8	13,7	14	14
65%	12,4*	12,6	13,6	15,4**	15,6	16,1	16,2
Total	7,2	7,6	7,8	9,6	12,5	15,6	40,3

* Nivel de sensibilidad límite (SL) y ** Nivel de sensibilidad media (SM) según Duraffourd *et al.* (1986)

DISCUSIÓN

Se identificaron 42 compuestos en el aceite esencial del rizoma seco de *Z. officinale*, especialmente α -Citral (21,11%); coincidiendo con Huerta *et al.* (2020) quienes reportan (15,62%) de Limoneno, (18,15%) de β -citral y (25,13%) de α -citral en Cedron como los compuestos volátiles de mayor concentración; no obstante, Shirooye *et al.* (2016), Altamirano y Vásquez (2016) y Quispe y Taco (2018) encontraron mayormente *Zingibereno* entre 6,5% y 17,2%; mientras que Ghasemzadeh *et al.* (2016) reportaron *Gingerol*. Suquillo (2017) reportó *Eucalyptol* (33%) como compuesto principal. Esto puede deberse a factores ambientales y edafológicos, entre otros, que afectan el contenido fitoquímico del rizoma, así como la calidad de los aceites esenciales

(Altamirano y Vásquez, 2016; Flores y Patiño, 2016; Ghasemzadeh *et al.*, 2016). En el caso del Perú; las provincias de Chanchamayo y Satipo producen el 90% del kion (MINAGRI, 2019), debiendo realizarse la caracterización de los diferentes biotipos de kion.

La concentración del aceite esencial de kion al 65% tuvo un valor de sensibilidad media (SM) y sensibilidad límite (SL) con un media del halo de inhibición de 15,12 mm y 14,73 mm para cepas de *S. pyogenes* y *S. equi* subsp *zooepidemicus*, respectivamente; mientras que las concentraciones del 25% y 45% tuvieron un valor de sensibilidad límite (SL) con 9,53 y 12,19 mm para *S. pyogenes*, y de 9.93 y 12.81 mm para *S. equi* subsp *zooepidemicus*, según la escala de Duraffourd *et al.* (1986), respectivamente (gráfico 1 y gráfico 2).

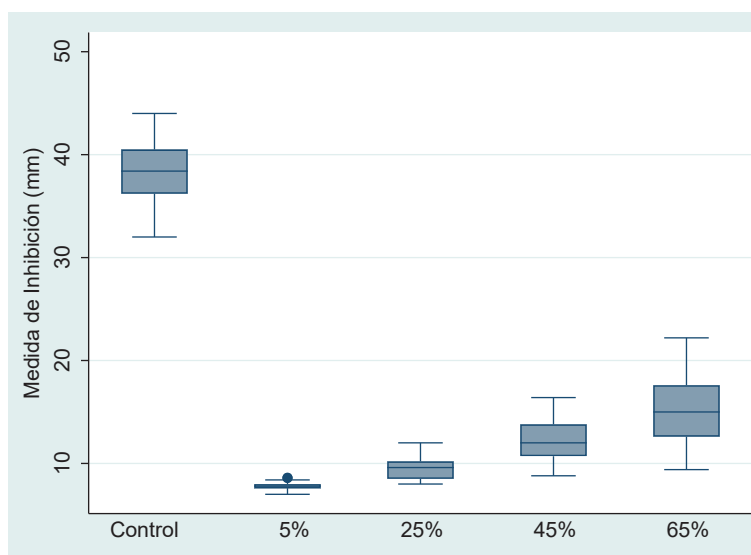


Gráfico 1. Dispersión de la medida de halo de inhibición de las concentraciones evaluadas del aceite esencial de rizoma de kion y el control positivo (penicilina G 10 UI) para *Streptococcus pyogenes*

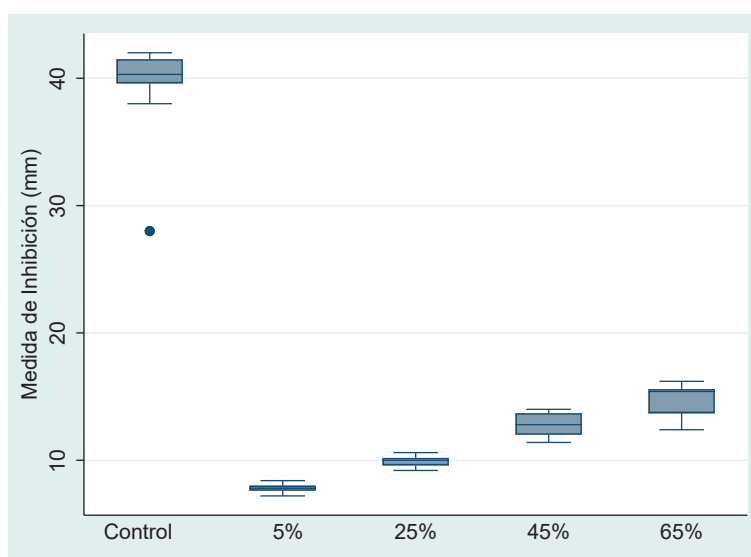


Gráfico 2. Dispersión de la medida de halo de inhibición de las concentraciones evaluadas del aceite esencial de rizoma de kion y el control positivo (penicilina G 10 UI) para *Streptococcus equi* supesp *zooepidemicus*

Los resultados confirman el efecto antibiótico del aceite esencial de kion contra cepas del género *Streptococcus*. En este sentido, Pava (2016) reporta la acción antimicrobiana de este extracto contra *Porphyromona gingivalis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*, en tanto que otros autores (Pelaez y Zavala, 2016; Ojeda y Beltrán, 2018; Vásquez et al., 2021) reportan el mismo efecto frente a *Staphylococcus* spp. Esta actividad antibiótica podría estar relacionada a la presencia de α -Zingiberene, α -curcumene y β -Sesquiphelandrene

(Al-Dhahli et al., 2020), D-Limoneno, β -citral y α -citral (Huerta et al., 2020), que poseen una capacidad de penetrar y alterar la membrana celular lipídica de las bacterias, produciendo un comportamiento de hidrofobicidad, que conlleva a la permeabilización de la membrana, pérdida de iones, reducción del potencial de membrana, alteración de la bomba de protones, agotamiento de las reservas de ATP, desnaturalización de proteínas y destrucción de la membrana (Pastrana et al., 2017).

El disco de penicilina G como control positivo tuvo un halo promedio de 39 mm de inhibición del crecimiento bacteriano (figura 2), considerando a las bacterias del estudio como sensibles (S) (INS, 2002). El comportamiento bactericida se debe a que inhibe la síntesis de la pared mediante la unión a determinadas proteínas de la pared celular que induce la pérdida de viabilidad y posterior lisis de la bacteria (Davis, 2018). Sin embargo, a pesar de alcanzar una sensibilidad tan alta, no se recomienda su administración en el cuy, debido a efectos adversos como cuadros de enterotoxemias ante cambios del pH al suprimir a las bacterias grampositivas intestinales susceptibles al antibiótico, lo que permite el crecimiento excesivo de *Clostridium difficile* (Pardo, 2016; Roberts-Steel et al., 2019).

Dentro de los hallazgos observados, se observó una hemólisis constante en las tres concentraciones de los discos de aceite esencial, tal y como se reporta en estudios del aceite esencial de *Cissus sicyoides* L, *Achyranthes aspera* L, *Baccharis trinervis* (Lam) Pers, *Mentha viridis* (L), *Mentha pulegium* L, *Eucalyptus tereticornis*, *Rosmarinus officinalis* y *Melaleuca alternifolia* (González et al., 2010; Nogueira et al., 2016; Fernández et al., 2017; López-Mata et al., 2017; Escamilla, 2018). Esto puede explicarse debido a la capacidad de algunos aceites de desnaturalizar proteínas y alterar la estructura de la membrana celular del eritrocito (González et al., 2010). Sin embargo, menores concentraciones del aceite esencial pueden producir un efecto protector sobre el eritrocito contra fosfolipasas o actividades proteolíticas, ya que promueven interacciones de lípidos y proteínas, sin alterar la membrana celular llegando a producir infiltración de macrófagos, proliferación de fibroblastos y acortando el tiempo de recuperación de las heridas (Fernández et al., 2017; López-Mata et al., 2017).

Es importante recordar que se necesita de mayores pruebas específicas (modelos *in vivo* y *ex vivo*, cultivos celulares) para corroborar el índice toxicológico del compuesto, así como la dosis o cantidad que se administre al organismo y el periodo de exposición de dicho compuesto, teniendo en cuenta que hoy en día existen sistemas de liberación controladas (micro y nanocapsulación) que pueden disminuir dichos niveles tóxicos (Escamilla, 2018). Por otro lado, el 0.06% de rendimiento a través del arrastre por vapor fue menor al 0.083% reportado por Gutiérrez y Neyra (2017), 0.13% por Altamirano y Vásquez (2016) y 1.02% por Suquillo (2017), posiblemente por diferencias en el

tamaño de partícula, cantidad de solvente, cantidad de masa de kion, etc. (Gutiérrez y Neyra, 2017).

CONCLUSIONES

El aceite esencial del rizoma seco de kion presenta actividad antimicrobiana *in vitro* frente a *Streptococcus pyogenes* y *Streptococcus equi* subsp *zooepidemicus*.

La concentración al 65% del aceite esencial de kion presenta una mayor capacidad de inhibición frente a *Streptococcus pyogenes* y *Streptococcus equi* subsp *zooepidemicus*.

El rendimiento del aceite esencial de kion fue de 0.06% a través del arrastre por vapor.

Correspondencia

Siever Morales Cauti

Correo electrónico:sieverm@hotmail.com

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Albuja, R. (2015). *Residuos de antimicrobianos en hígado de pollo comercializados en el mercado modelo de Piura, por el método microbiológico de las tres placas*. [Tesis de Médico Veterinario]. Universidad Nacional de Piura.
2. Al-Dhahli, A., Al-Hassani, A., Mohammed, K., Mohamed, H., Al-Lawati, W., Hejaz, S. & Alam, S. (2020). Essential oil from the rhizomes of the Saudi and Chinese *Zingiber officinale* cultivars: Comparison of chemical composition, antibacterial and molecular docking studies. *J King Saud Univ Sci*, 32(8), 3343-3350. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.09.020>
3. Altamirano, F. & Vásquez, K. (2016). *Variación de la composición química de los aceites esenciales de cúrcuma (Curcuma longa), hierba luisa (Cymbopogon citratus) y jengibre (Zingiber officinale) en función del tipo de suelo de la zona de cultivo de las especies vegetales en las provincias de Santa Elena, Guayas, Los ríos, Bolívar, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Morona Santiago y Pastaza*. [Tesis de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales]. Univ. Politécnica Salesiana.
4. Ampuero-Riega, J. & Morales-Cauti, S. (2021). Determinación de residuos de antibióticos en músculo, hígado y riñón de cuy de crianza intensiva en cuatro ciudades del Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 32(1), e19508. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19508>
5. Anderson, L., Otto, G., Prichett-Corning, K. & Whary, M. (2015). *Laboratory animal medicine*. En: N. Shomer, H. Holcombe, & J. Harkness eds. *Biology and disease of guinea pigs*. Elsevier Inc: Academic Press.

6. Astaiza-Martínez, J., Benavides, J., Chaves-Velásquez, C., Arciniegas-Rivera, A. & Quiroz-Moran, L. (2013). Estandarización de la técnica de necropsia en cuyes (*Cavia porcellus*) en la Universidad de Nariño. *Rev Inv Pecu*, 2(2), 77-83.
7. Ataucusi, S. (2015). Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú: Sanidad en cuyes. En: Caritas del Perú, eds. *Linfadenitis cervical*. JPG Corporación S.A.C.
8. Camargo, D. & Navarro, C. (2017). *Fitoterapia como alternativa de tratamiento para afecciones del sistema cardiovascular en los pobladores del Barrio del Distrito de Pucará - Huancayo*. [Tesis de Químico farmacéutico]. Univ. privada de Huancayo "Franklin Roosevelt".
9. Caracundo, E. (2019). *Determinación de antibióticos betalactámicos y tetraciclinas en la leche cruda comercializada*. [Tesis de Médico Veterinario Zootecnista]. Univ. Politécnica Salesiana.
10. Casana, C. (2017). *El uso de antibióticos en la industria alimentaria y su contribución al desarrollo de resistencias: Determinantes de la diseminación de la resistencia a la colistina*. [Tesis de Farmacología]. Univ. Complutense de Madrid.
11. Davis, J. (2018). Equine Internal Medicine. En: S. Reed, W. Bayly & Sellon D, eds. *Pharmacologic Principles*. Elsevier Inc Saunders.
12. Duraffourd, C., Lapraz, J. & d' Hervicourt. (1986). *Cuadernos de fitoterapia clínica*. Elsevier Masson.
13. Escamilla, O. (2018). *Valoración biológica del aceite esencial de Eucalyptus tereticornis para su aplicación odontológica*. [Tesis de Doctorado]. Univ. Autónoma de Nueva León.
14. Fernández, L., Graças, M., Castilho, P., Teixeira, M., Lee, D., Lamounier, M., Rodrigues, V., Vieira, R., Soares, L. & Marcussi, S. (2017). Essential oils from *Mentha viridis* (L). and *Mentha pulegium* L.: Cytogenotoxic Effect on Humans Cells. *Am J Plant Sci*, 8(6), 1423-1437. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.86097>
15. Flores, M. & Patiño, B. (2016). *Variación de la composición química de los aceites esenciales de Hierba Luisa (Cymbopogon citratus) y jengibre (Zingiber officinale) en función de las condiciones ambientales y del tipo de suelo de la zona de cultivo en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo, Pichincha, Imbadura, Carchi, Sucumbios y Napo*. [Tesis de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales]. Univ. Politécnica Salesiana.
16. Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. & Rahmat, A. (2016). Changes in antioxidant and antibacterial activities as well as phytochemical constituents associated with ginger storage and polyphenol oxidase activity. *BMC Complement Altern Med*, 16(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1352-1>
17. González, Y., Biofill, M., Bermúdez, D., Castillo, O., Martínez, C. & Martínez, Y. (2010). Evaluación fotohemolítica *in vitro* de *Cissus sicyoides* L. y *Achyranthes aspera* L. *Rev Cubana Plant Med*, 15(3), 126-132.
18. Gutiérrez, M. & Neyra, M. (2017). *Obtención y caracterización del aceite esencial de jengibre (Zingiber officinale)*. [Tesis de Ingeniería química]. Universidad Nacional del Callao.
19. Huerta, J.R., Samaniego, J.W. & Fuertes, C. (2020). Composición química del aceite esencial de *Aloysia triphylla* "cedrón" como insumo para la elaboración de un enjuague bucal. *Ágora Rev Cient*, 7(2), 10-14. <http://dx.doi.org/10.21679/arc.v7i2.183>
20. Instituto Nacional de Salud. (2002). *Manual de procedimientos para la prueba de Sensibilidad Antimicrobiana por el Método disco difusión: Antibiograma de Streptococcus spp.* Instituto Nacional de Salud.
21. Jáuregui, R. & Celis-Vielman, E. (2018). Prevalencia de antibióticos residuales en leche cruda de bovino en fincas tradicionales en el departamento de Chiquimula, Guatemala. *Actas Iberoam Conserv Anim*, 12(1), 25-33.
22. Lammers, P., Carlson, S., Zdorkowski, G. & Honeyman, M. (2009). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renew Agric Food Syst*, 24(2), 155-162. <https://doi.org/10.1017/S1742170509002543>
23. López-Mata, M., Valbuena-Gregorio, E., Quihui-Cota, L., Morales-Figueroa, G., Ruiz-Cruz, S., Campos-García, J., Díaz-Meza, E. & Pablos-Rodríguez, D. (2017). Efecto de microemulsiones de aceites esenciales sobre el eritrocito humano y bacterias patógenas. *Rev Mex Ing Biomed*, 38(1), 247-254. <https://doi.org/10.17488/RMIB.38.1.19>
24. Matsuura, A., Morales, S., Calle, E. & Ara, M. (2010). Susceptibilidad a antibacterianos *in vitro* de *Salmonella enterica* aislada de cuyes de crianza familiar-comercial en la provincia de Carhuaz, Ancash. *Rev Inv Vet Perú*, 21(1), 93-99.
25. Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Manual de bioseguridad y sanidad de cuyes*. INIA.
26. Mohaddese, M. (2019). *Zingiber officinale* Rosc. Essential oil, a review on its composition and bioactivity. *Int J Phytomedicine*, 5(6), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40816-018-0097-4>
27. Molina, J. (2012). *Microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) en la productividad del cuy*. [Tesis de Ingeniería agronómica]. Universidad técnica de Ambato.
28. Morales, S. (2012). Patógenos Oportunistas por Transmisión Fecal Oral en Cuyes Reproductores Introducidos al Distrito de San Marcos. *Científica*, 9(1), 33-38.

29. Morales, S. (2013). *Sanidad en Sistemas de Crianza Comercial de Cuyes*. XXXVI Reunión Científica Anual de la Asociación de Producción Animal.
30. Morales, S. (2017). *Patógenos bacterianos y parasitarios más frecuentes en cuyes de crianza familiar - comercial en tres distritos de la Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash en época de seca*. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
31. Nogueira, A., Bezerra, E., Gadelha, M., Ribeiro, M., Nogueira, P., Silva, H., De Paula, C., Souza, S., Rodrigues, P., De Moraes, S. & Dos Santos, R. (2016). Chemical composition, antioxidant, antifungal and hemolytic activities of essential oil from *Baccharis trinervis* (Lam.) Pers. (Asteraceae). *Ind Crops Prod*, 84(1), 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.01.051>
32. Ojeda, C. & Beltrán, R. (2018). Efecto antimicrobiano *in vitro* de los extractos de *Allium sativum* y *Zingiber officinale* frente a *Staphylococcus aureus*. *UCV-Scientia*, 10(2), 152-158. Doi: 10.18050/RevUcv-Scientia.v10n2a4
33. Organización Panamericana de la Salud. (2018). *Situación de las plantas medicinales del Perú*. Organización Panamericana de la Salud
34. Pardo, A. (2016). *Enterodisbiosis en cobayos Cavia porcellus (Rodentia:Caviidae): etiología, fisiopatología, signos, diagnóstico y terapéutica*. [Tesis de Medicina Veterinaria]. Universidad De La Salle.
35. Pastrana, P., Durango, V. & Acevedo, C. (2017). Antimicrobial effect of cloves and cinammon on pathogens. *Biotechnol Agropecu Agroind*, 15(1), 56-65.
36. Pava, T. (2016). *Actividad antimicrobiana de extractos de Allium sativum y Zingiber officinale sobre microorganismos de importancia en patologías infecciosas de cavidad oral*. [Tesis de Bacteriología]. Pontificia Universidad Javeriana.
37. Pelaez, L. & Zavala, S. (2016). *Efecto del extracto etanólico de los rizomas de Zingiber officinale (jengibre) en el crecimiento de las cepas patógenas de Streptococcus pyogenes*. [Tesis de Farmacia y Bioquímica]. Universidad Nacional de Trujillo.
38. Quispe, K. & Taco, R. (2018). *Evaluación del tiempo de extracción, factor de empaquetamiento, humedad del rizoma, en el rendimiento de la extracción del aceite esencial de jengibre (Zingiber officinale Roscoe) por arrastre de vapor; caracterización fisicoquímica del aceite esencial y aplicación antioxidante en el Aceite de Oliva*. [Tesis de Ingeniería química]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
39. Roberts-Steel, S., Oxley, J., Carroll, A. & Wills, A. (2019). Frequency of Owner-Reported Bacterial Infections in Pet Guinea Pigs. *Animals*, 9(9): 1-11. <https://doi.org/10.3390/ani9090649>
40. Sánchez-Macías, D., Castro, N., Rivero, M., Argüello, A. & Morales-DelaNuez, A. (2016). Proposal for standard methods and procedure for guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *J Appl Anim Res*, 44(1), 65-70. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1006234>
41. Servicio Nacional de Salud Animal. (2018). *Informe general del resultado del plan nacional de residuos*. Servicio Nacional de Salud Animal.
42. Shirooye, P., Mokaberinejad, & Ara, L. (2016). Volatile constituents of ginger oil prepared according to Iranian traditional medicine and conventional method: a comparative study. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 13(6), 68-73. <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v13i6.11>
43. Suckow, M., Stevens, K. & Wilson, R. (2012). The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster and Other Rodents. En: T. Brabb, D. Newsome, A. Burich & M. Hanes eds. *Infectious diseases*. Elsevier Inc Academic Press.
44. Suquillo, V. (2017). *Elaboración de una forma farmacéutica con el aceite esencial que presente la mejor actividad antifúngica de entre las especies Pimpinella anisum, Syzygium aromaticum, y Zingiber officinale para el tratamiento de los libros del Área Histórica de la Universidad Central del Ecuador*. [Tesis de Química farmacéutica]. Universidad Central de Ecuador.
45. Vásquez, E., Paredes, J., Delgado-Wong, H., Iglesias-Osores, S. & Vargas-Rodríguez, R. (2021). Estudio comparativo *in vitro* de la actividad antibacteriana de *Curcuma longa* y *Zingiber officinale* frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. *Med Natur*, 1(15), 69-79.

Fecha de recepción: 14 de enero del 2022

Fecha de aceptación: 12 de junio del 2022