

Artículo Original

Certificación de la calidad bactericida del aceite Kion (*Zingiber officinale*) para la exportación al mercado estadounidense

Certification of the bactericidal quality of Kion oil (*Zingiber officinale*) for export to the United States market

<https://doi.org/10.52808/bmsa.8e7.631.008>

Yusely Brillit Laura Inocente ^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0001-8805-5177>

Shania Alanis Lino Quispe ¹

<https://orcid.org/0000-0001-6860-428X>

Fanny Silvia Vila Chamorro ¹

<https://orcid.org/0000-0002-2581-1657>

José Manuel Armada Pacheco ¹

<https://orcid.org/0000-0003-3827-6144>

Recibido: 23/08/2022

Aceptado: 05/11/2022

RESUMEN

Zingiber officinale Rosc. conocido como jengibre (conocido como kion en Perú), perteneciente a la familia Zingiberaceae está compuesta por unos cuarenta géneros. Es una importante especie aromática culinaria conocida por su larga utilidad como agente aromatizante. La planta es autóctona de climas tropicales cálidos. Aparte de los usos culinarios, el jengibre y sus principales componentes, posee propiedades medicinales beneficiosas, tales como medicamento combatiente de diabetes, obesidad, diarrea, alergias, dolor, fiebre, artritis reumatoide, inflamación y diversas formas de cáncer. Tumores inducidos en el intestino, mama, ovarios, páncreas, hígado, y trastornos cardiovasculares han sido tratados de forma eficaz en modelos animales con sustancias biológicamente activas constituyentes del jengibre. Las múltiples propiedades del aceite esencial del rizoma del jengibre han hecho del Perú un país potencial de exportación. Para el 2011 se recabó más de 687 millones de dólares y se importó a más de 152 países en el mundo. Sin embargo, para seguir abriendo puertas en el mercado es importante la certificación de sus productos, que en este trabajo se corresponde al aceite de jengibre como agente bacteriológico. En ese sentido se analizó fisicoquímicamente un aceite peruano y se determinó su potencial antimicrobiano contra varias cepas. Los resultados muestran, que el aceite de jengibre mostró actividad bactericida a todas las concentraciones de aceite ensayada, siendo más efectivo a altas concentraciones que baja concentraciones. Según el halo de acción, el aceite de kion presentó mayor actividad microbiana frente a *Salmonella aureus*, seguido de *Streptococcus pyogenes* y *Xanthomonas hortorum*.

Palabras clave: Aceite de jengibre, Perú, Certificación, Antimicrobiano.

ABSTRACT

Zingiber officinale Rosc. known as ginger (known as kion in Peru), belonging to the Zingiberaceae family, it is made up of about forty genera. It is an important culinary spice known for its long usefulness as a flavoring agent. The plant is native to warm tropical climates. Apart from culinary uses, ginger and its main components have beneficial medicinal properties, such as a medicine to combat diabetes, obesity, diarrhea, allergies, pain, fever, rheumatoid arthritis, inflammation and various forms of cancer. Tumors induced in the intestine, breast, ovaries, pancreas, liver, and cardiovascular disorders have been effectively treated in animal models with biologically active constituents of ginger. The multiple properties of the essential oil of the ginger rhizome have made Peru a potential export country. For 2011, more than 687 million dollars were collected and imported to more than 152 countries in the world. However, to continue opening doors in the market, it is important to certify your products, which in this work corresponds to ginger oil as a bacteriological agent. In this sense, a Peruvian oil was physicochemically analyzed and its antimicrobial potential against various strains was determined. The results show that ginger oil showed bactericidal activity at all oil concentrations tested, being more effective at high concentrations than low concentrations. According to the halo of action, kion oil presented greater microbial activity against *Salmonella aureus*, followed by *Streptococcus pyogenes* and *Xanthomonas hortorum*.

keywords: Ginger oil, Peru, Certification, Antimicrobial.

¹ Universidad Continental, Huancayo, Perú.

*Autor de Correspondencia: armada@continental.edu.pe

Introducción

Zingiber officinale Rosc. (jengibre) miembro de la familia Zingiberaceae es ampliamente utilizado como especia o planta medicinal popular o tradicional. La parte medicinal del jengibre son los rizomas, que se utilizan para el tratamiento de una amplia gama de dolencias. En el Sistema Ayurveda, jengibre y leche o agua en forma de pasta se utilizan externamente para el tratamiento del cólico infantil. La combinación de jengibre con miel se usa para la bronquitis asmática, la tos, el hipo y los resfriados respiratorios. En el sistema tradicional chino, se cree que el jengibre fresco es considerado un medicamento templado cálido-suave, mientras que los ribosomas secos y tostados son consideradas medicamentos cálidos y calientes respectivamente (Pakrashi & Pakrashi, 2003). Se utiliza para dolencias digestivas y



trastornos del apetito, purificador de la sangre, afrodisíaco, estimulante sexual, antiinflamatorios, antiespasmódicos, antihemorroidales y anti-vomitivo (Gogate, 2000). Los rizomas de jengibre contienen aceites grasos (3-6%), proteínas (9%), carbohidratos (60-70%), fibra cruda (3-8%), ceniza (8%), agua (9-12%) y aceite volátil (2-3%). Los extractos de hidroetanol de jengibre se utilizan ampliamente como agentes analgésicos, antiinflamatorios, anticancerígenos, antidiabéticos, hepatoprotectores, protectores de nefronas y antioxidantes (Mbaveng & Kuete, 2017), que ha sido objeto de muchos artículos de revisión (Ebrahimzadeh *et al.*, 2017; Sharifi-Rad & Varoni, 2017; Wang *et al.*, 2017).

El rendimiento del aceite de jengibre varía de 1 a 3%, dependiendo de la fuente de los rizomas (Govindarajan & Connell, 1983). Además de los rendimientos del aceite esencial, las composiciones químicas del jengibre se ven afectadas de acuerdo a la fuente del rizoma, la frescura o métodos de secado y extracción. Investigaciones previas han demostrado que el aceite de jengibre nigeriano fresco (1.02% p/v) tiene una composición de: β -zingibereno (12,23%), 1,81-cineol+limoneno+ β -felandreno (10,52%), geraniol (15%), neral (8,94%), β -bisaboleno (5,67%) y β -sesquifelandreno (6,58%); mientras que el aceite de rizomas secos (1,84 % p/v) tiene β -zingibereno (28,12%), 1,81-cineol+limoneno+ β -felandreno (4,57%), geraniol (9,03%), neral (5,32%), β -bisaboleno (8,47%) y β -sesquifelandreno (10,63%) como componentes principales (Ekundayo *et al.*, 1988); en cambio, el aceite esencial de jengibre de Nigeria, extraído por el método de hidrodestilación (2,45% p/p) contiene zingibereno (29,52%), sesquifelandreno (18,43%), farneseno (6,46%), germacreno D (3,63%), neral (2,59%), geraniol (3,56%), acetato de nerilo (1,23%) y (E,E) α -farneseno (1,97%) (Onyenekwe & Hashimoto, 1999). Según los resultados de los estudios anteriores, el jengibre del rizoma seco tiene más aceite esencial y β -zingibereno que fresco.

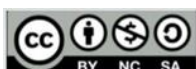
Las múltiples propiedades del aceite esencial del rizoma del kion han hecho del Perú un país potencial de exportación. Para el 2011 se importaron más de 687 millones de dólares e importaron sus productos a más de 152 países en el mundo. Las zonas de cosecha es el valle de Pichanaki de la Selva Central, siendo el principal productor de jengibre fresco; la cosecha comienza desde el mes de mayo hasta octubre. El aceite de kion peruano es apreciado por su color, aroma y textura. Las exportaciones durante el periodo de enero-agosto durante del año 2015, sumaron US\$ 11.951.813, lo que representó un aumento en valor de 16,65% frente a los US\$10.249.826 alcanzados por el mismo concepto en similar periodo del 2014. Ese mismo año se sumaron 5.325.406 kilos. El principal mercado destino del kion nacional es Estados Unidos, quien concentra el 59,34% del total exportado, seguido por Holanda (28,19%), Canadá (4,43%), España (1,52%), Francia (1,38%), Bélgica (1%), Alemania (0,85%) y otros (3,54%) (AgrodataPeru, 2015, Guevara & Rodriguez, 2018). Cada año la cantidad y valor de exportación han ido incrementado en el Perú, debido a la demanda positiva y oferta, que permite a los exportadores identificar un nicho de mercado potencial identificando las necesidades a fin de no saturar el mercado internacional. Bajo estos argumentos, es claro que las barreras no arancelarias no son un impedimento para realizar las exportaciones, especialmente hacia los Estados Unidos.

Ahora bien, la certificación es un requisito importante en la exportación; y en este caso corresponde con el aceite de jengibre como producto antimicrobiano. Es así, que un aceite de jengibre brasileño mostró los diámetros de zona de inhibición más altos para *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*, seguida por *Pseudomonas aeruginosa*. *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri* y *Escherichia coli* fueron resistentes al aceite esencial de kion (Mesomo *et al.*, 2013). La mayor sensibilidad de *S. aureus* que *E. coli* se confirmó por otros estudios (Liu *et al.*, 2012). Así mismo, el aceite esencial de jengibre exhibió valores MIC de 8,69; 86,92; 173,84 y 869,21 mg/ml para *S. aureus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* y *Penicillium spp.* (Bellik, 2014). También el aceite de jengibre ha sido probado contra Bacterias Gram-negativa como *Escherichia coli* ATCC 25922, *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y 30 multirresistentes (MDR). Los aislamientos de *A. baumannii* mostraron diámetros de zona de inhibición de 11,5, 6, 6, 10 mm. Los valores MIC50 y MIC90 de aceite esencial de kion fueron 2 y 4 mg/ml contra MDR-*A. baumannii*. Aceite de Té de árbol se utilizó como control positivo en este estudio con valores de MIC y MBC de 2 y 4 mg/ml, respectivamente (Intorasoot *et al.*, 2017). Por otra parte, un aceite de jengibre certificado de China y Bangladesh fueron probados contra varias cepas bacterianas mostrando un marcado efecto inhibitorio con zona de inhibición de 15 a 20 mm comparable a la ciprofloxacina como antibiótico estándar. En este estudio, *E. coli*, *S. paratyphi* y *S. dysenteriae* mostraron la mayor actividad (20 mm) en la variedad de Bangladesh que en la variedad de China. Por otro lado, *B. mageterium*, *B. subtilis*, *B. sereus* y *S. boydii* mostraron la actividad mínima (15-16 mm), por lo tanto, *S. aureus*, *S. lutea*, *P. aureus* y hongos mostraron la misma zona de inhibición (18 mm). en las muestras ensayadas. Además, el aceite de jengibre de Bangladesh mostró la actividad inhibitoria más alta en general en los diferentes probados (Nandi *et al.*, 2013).

La finalidad de este trabajo es determinar la actividad bactericida del aceite certificado de kion (*Zingiber officinale*) utilizado en la exportación hacia el mercado estadounidense.

Materiales y métodos

El estudio fue hecho bajo un esquema tipo cuantitativo, apoyado en el análisis de estadísticas descriptivas, experimental, de corte transversal, siendo manipuladas las variables a voluntad, en función de medir el efecto bactericida del aceite de kion usado en la exportación al mercado estadounidense. Para ello se contó con la colaboración del Laboratorio de Análisis Instrumental del Departamento Académico de Ciencias de la Pontificia Universidad Católica del



Perú, lugar en el cual se llevaron a cabo los distintos estudios realizados para la certificación de la calidad bactericida del aceite de jengibre, contando también con la participación de las empresas Agronegocios La Grama SAC, JCH Organic SAC, Elisur Organic SAC, quienes proveyeron las muestras de aceite de jengibre que se exporta hacia los Estados Unidos.

La certificación de la calidad del aceite de jengibre se caracterizó macroscópicamente tomando en cuenta: apariencia, características organolépticas y bioquímicas del producto, éste último, a través de la cromatografía de gases para la determinación de sus componentes principales. Posterior a la caracterización del aceite, se evaluaron sus características bactericidas, utilizando para ello la técnica de cápsula de Petri invertida y dilución en agar con 5 niveles de diferentes de concentración de aceite (10%, 25%, 50%, 75% y 100%) y 4 repeticiones por cada nivel de concentración para determinar la concentración de mayor efectividad antibacteriana. Adicionalmente se calcularon los porcentajes de inhibición frente a 3 bacterias específicas: *Streptococcus pyogenes*, *Xanthomonas hortorum* y *Salmonella aureus*, para determinar el porcentaje de inhibición de cada una de las distintas concentraciones de aceite de Kion evaluadas frente a las distintas bacterias a las cuales fueron sometidos. El cálculo fue realizado por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{diámetro del halo de inhibición}}{\text{diámetro del halo de control}} * 100$$

Los resultados fueron tabulados a través de la hoja de cálculo de Microsoft Excel para su versión de Windows 10.

Resultados

La tabla 1, representa las características macroscópicas del aceite de jengibre analizado. Los resultados obtenidos demuestran que todos los parámetros: aroma, color, consistencia y solubilidad, se ajustan a los esperados.

Tabla 1. Características Macroscópicas del Aceite Kion (*Zingiber officinale*) usado en la exportación hacia el mercado estadounidense

Propiedad	Característica
Aroma	Acorde a lo esperado
Color	Amarillo pálido con degradado verdoso
Consistencia	Líquido
Solubilidad:	
En agua	Insoluble
En etanol	Soluble

Tabla 2. Composición porcentual de los compuestos formadores del aceite de Kion (*Zingiber officinale*), determinados a través de la prueba de cromatografía de gases

Compuestos	%
Zingibereno	35,21
β-Sesquifelandreno	14,45
Cafeno	11,32
α-Farneseno	10,10
b-Bisaboleno	8,00
AR-Curcumeno	4,92
α-Pineno	3,55
Trans-Borneol	3,41
Geraniol	2,98
α-Terpineol	2,01
2-Heptanol	1,27
2-Undecanona	0,78
α-Felandreno	0,59
3-Metilcamfenilanol	0,29
β-Cimeno	0,21
Sabineno	0,20
2-Heptanona	0,12

Las tablas 3, 4 y 5, muestra los ensayos del aceite de Kion, frente a varias cepas bacterianas: *Streptococcus pyogenes*, *Xanthomonas hortorum* y *Salmonella aureus*, utilizando varias concentraciones (100, 75, 50, 25 y 10%) del aceite y cinco repeticiones. Los resultados muestran, que el aceite de jengibre mostró actividad bactericida a todas las concentraciones de aceite ensayada, siendo más efectivo a altas concentraciones que a bajas concentraciones. Según el halo de acción, el aceite de Kion presentó mayor actividad microbiana frente a *Salmonella aureus*, seguido de *Streptococcus pyogenes* y *Xanthomonas hortorum*. Los resultados obtenidos de la desviación estándar revelaron una buena precisión de los ensayos efectuados. Para los tres casos de las bacterias ensayadas, una concentración del aceite de un 50% muestra alta actividad microbiana, por lo que esto refleja la alta calidad del producto y su factibilidad de exportación.

Tabla 3. Actividad antimicrobiana del aceite de Kion (*Zingiber officinale*) por medio de la técnica de cápsula de Petri invertida y dilución agar, para la bacteria de *Streptococcus pyogenes*

Concentración	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	μ	δ
100%	21 mm	22 mm	22 mm	23 mm	22,00	0,816
75%	16 mm	17 mm	16 mm	15 mm	16,00	0,816
50%	13 mm	13 mm	12 mm	13 mm	12,75	0,500
25%	10 mm	11 mm	10 mm	09 mm	10,00	0,816
10%	06 mm	06 mm	07 mm	05 mm	6,00	0,816

χ = Media Aritmética. σ = Desviación Estándar de la muestra

Tabla 4. Actividad antimicrobiana del Aceite de Kion (*Zingiber officinale*) por medio de la técnica de cápsula de Petri invertida y dilución agar, para la bacteria de *Xanthomonas hortorum*

Concentración	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	μ	δ
100%	17 mm	17 mm	16 mm	17 mm	16,75	0,500
75%	16 mm	15 mm	15 mm	15 mm	15,25	0,500
50%	14 mm	14 mm	13 mm	12 mm	13,25	0,957
25%	12 mm	10 mm	11 mm	10 mm	10,75	0,957
10%	09 mm	06 mm	07 mm	07 mm	7,25	1,258

χ = Media Aritmética. σ = Desviación Estándar de la muestra

Tabla 5. Actividad antimicrobiana del Aceite de Kion (*Zingiber officinale*) por medio de la técnica de cápsula de Petri invertida y dilución agar, para la bacteria de *Salmonella aureus*

Concentración	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	μ	δ
100%	26 mm	27 mm	26 mm	26 mm	26,25	0,500
75%	21 mm	23 mm	22 mm	23 mm	22,25	0,957
50%	16 mm	17 mm	18 mm	19 mm	17,50	1,291
25%	14 mm	15 mm	16 mm	15 mm	15,00	0,816
10%	10 mm	11 mm	11 mm	12 mm	11,00	0,816

χ = Media Aritmética. σ = Desviación Estándar de la muestra

Las Tablas 6, 7 y 8, muestran el porcentaje de inhibición ante las bacterias *Streptococcus pyogenes*, *Xanthomonas hortorum* y *Salmonella aureus*, utilizando varias concentraciones (100, 75, 50, 25 y 10%) del aceite de kion. Los resultados demuestran, que el aceite de jengibre fue activo a todas las concentraciones de aceite ensayada, siendo más efectivo a altas concentraciones, y disminuyendo su acción a medida que baja la concentración del aceite. Según el porcentaje de inhibición, el aceite de kion presentó mayor actividad microbiana frente a *Salmonella aureus*, seguido de *Streptococcus pyogenes* y *Xanthomonas hortorum*.

Tabla 6. Efecto antimicrobiano del aceite de Kion ante la bacteria *Streptococcus pyogenes*

Concentración	Diámetro del halo control	χ	% de inhibición
100%	35,27	22,00	62,38
75%	35,27	16,00	45,36
50%	35,27	12,75	36,15
25%	35,27	10,00	28,35
10%	35,27	6,00	17,01

χ = Media Aritmética de cada muestra, para cada nivel de concentración

Tabla 7. Efecto antimicrobiano del aceite de Kion, ante la bacteria *Xanthomonas hortorum*

Concentración	Diámetro del halo control	χ	% de inhibición
100%	35,27	16,75	47,49
75%	35,27	15,25	43,24
50%	35,27	13,25	37,57
25%	35,27	10,75	30,48
10%	35,27	7,25	20,56

χ = Media Aritmética de cada muestra, para cada nivel de concentración

Tabla 8. Efecto antimicrobiano del aceite de Kion, ante la bacteria *Salmonella aureus*

Concentración	Diámetro del halo control	χ	% de inhibición
100%	35,27	26,25	74,43
75%	35,27	22,25	63,08
50%	35,27	17,50	49,62
25%	35,27	15,00	42,53
10%	35,27	11,00	31,19

χ = Media Aritmética de cada muestra, para cada nivel de concentración

Discusión

Zingiber officinale Rosc. comúnmente conocido como jengibre, perteneciente a la familia Zingiberaceae del género *Zingiber* está compuesta por unos cuarenta géneros y cientos de especies. Es una importante especie aromática culinaria, conocida por su larga utilidad como agente aromatizante. La planta es autóctona de climas tropicales cálidos, particularmente en el sudeste de Asia. también es ampliamente cultivado en India, China, Japón, Australia, África, México, Hawai y Jamaica (Trease & Evans, 1989). Es una planta perenne erecta, que crece de 1 a 3 pies de altura. Los rizomas son estructuras aromáticas gruesas lobuladas ramificadas y escamosas con un toque especiado olor a limón. El aceite esencial y las oleorresinas extraídas de los rizomas de jengibre son responsables del característico sabor y acritud del jengibre. Tanto el aceite como las oleorresinas se utilizan en muchos alimentos, refrescos, bebidas, encurtidos (Singh *et al.*, 2008). Aparte de los usos culinarios, el kion y sus principales componentes, poseen propiedades medicinales beneficiosas. Numerosos estudios preclínicos han respaldado su valor en el tratamiento de diabetes, obesidad, diarrea, alergias, dolor, fiebre, artritis reumatoide, inflamación y diversas formas de cáncer. Tumores inducidos en el intestino, mama, ovarios, páncreas, hígado, SNC y trastornos cardiovasculares han sido tratados de forma eficaz en modelos animales con sustancias biológicamente activas constituyentes del jengibre.

El kion y sus metabolitos han sido reconocidos como potentes antioxidantes debido a su capacidad para inhibir la oxidación de varios radicales libres y la producción de óxido nítrico; además ha sido usado, con mucho éxito como antimicrobiano y bactericida. Estas múltiples propiedades del aceite esencial del rizoma del jengibre han hecho del Perú un país potencial de exportación. Por ejemplo, para el periodo de enero-agosto durante del año 2015, sumaron US\$ 11.951.813, lo que representó un aumento en valor de 16,65% frente a los US\$10.249.826 alcanzados por el mismo concepto en similar periodo del 2014, siendo los principales mercados internacionales: Estados Unidos, quien concentra el 59,34% del total exportado, seguido por Holanda (28,19%), Canadá (4,43%), España (1,52%), Francia (1,38%), Bélgica (1%), Alemania (0,85%) y otros (3,54%) (AgrodataPeru, 2015, Guevara & Rodriguez, 2018). Bajo estos argumentos, es claro que las barreras no arancelarias no son un impedimento para realizar las exportaciones, especialmente hacia los Estados Unidos. Con la finalidad de aumentar su producción y exportación, la idea es promocionar el aceite de kion peruano como un potente antimicrobiano. La caracterización físicoquímica demostró que los parámetros tales como aroma, color, consistencia y solubilidad, se ajustan a los esperado, ya que el aceite de jengibre peruano es preciado por su color, aroma y textura (AgrodataPeru, 2015; Guevara & Rodriguez, 2018). Los datos de los componentes del aceite de kion, según la tabla 2 se resume como zingibereno (35,21%), b-sesquifelandreno (14,45%), cafeno (11,32%), a-farneseno (10,10%) y b-bisaboleno (8,00%) como componentes mayoritarios, mientras los componentes minoritarios fueron en el AR-curcumeno (4,92 %), Trans-borneol (3,41%), geraniol (2,98%), a-terpineol (2,01 %), 2-heptanol (1,27 %) y otros (1,90%). Resultados llevados a cabo por Nandi *et al.*, (2013), encontraron que el aceite esencial es una mezcla de compuestos terpenoides que conllevan al olor característico. Los componentes más predominantes son el α -zingibereno, geraniol, geraniol, β -bisaboleno, nerol, 1,8-cineol, α -terpineol, borneol, p-cineol, α -terpinol, β -felandreno, α -curcumen, α -farneseno, β -sesquifelandreno, canfeno, camfeno, neral, acetato de geraniol, α -terpineno; cadina- 1,4-dieno, 6-gingerol y 6-shogaol. Las tablas 3, 4 y 5, muestran los ensayos del aceite de Kion, frente a varias cepas bacterianas: *Streptococcus pyogenes*, *Xanthomonas hortorum* y *Salmonella aureus*, utilizando varias concentraciones (100, 75, 50, 25 y 10%) del aceite y cinco repeticiones.

Los resultados muestran, que el aceite de jengibre presenta actividad bactericida a todas las concentraciones de aceite ensayada, siendo más efectivo a altas concentraciones que baja concentraciones. Según el halo de acción, el aceite de kion presentó mayor actividad microbiana frente a *Salmonella aureus*, seguido de *Streptococcus pyogenes* y *Xanthomonas hortorum*. Los resultados obtenidos de la desviación estándar revelaron una buena precisión de los ensayos efectuados. Para los tres casos de las bacterias ensayadas, una concentración del aceite de un 50% muestra alta actividad microbiana, por lo que esto refleja la alta calidad del producto y su factibilidad de exportación. De manera similar, un aceite de jengibre brasileño mostró diámetros de inhibición más altos para *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*, seguida por *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri* y *Escherichia coli* fueron resistentes al aceite esencial de kion (Mesomo *et al.*, 2013). Así mismo, el aceite esencial de jengibre exhibió valores MIC de 8,69, 86,92, 173,84 y 869,21 mg/ml para *S. aureus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* y *Penicillium spp.* (Bellik, 2014). Los valores MIC50 y MIC90 de aceite esencial de jengibre fueron 2 y 4 mg/ml contra MDR-A. *baumannii*. Por otra parte, un aceite de jengibre certificado de China y Bangladesh fueron probados contra varias cepas bacterianas mostrando un marcado efecto inhibitorio con zona de inhibición de 15 a 20 mm comparable a la ciprofloxacina como antibiótico estándar.

En este estudio, *E. coli*, *S. paratyphi* y *S. dysenteriae* mostraron la mayor actividad (20 mm) en la variedad de Bangladesh que en la variedad de China. Por otro lado, *B. mageterium*, *B. subtilis*, *B. sereus* y *S. boydii* mostraron la actividad mínima (15-16 mm), por lo tanto, *S. aureus*, *S. lutea* y *P. aureus* mostraron la misma zona de inhibición (18 mm). en las muestras ensayadas. Además, el aceite de jengibre de Bangladesh mostró la actividad inhibitoria más alta en general en los diferentes probados (Nandi *et al.*, 2013). Asimismo, Gupta & Ravishankar (2005), encontraron que el aceite esencial de kion fue también estudiado como antimicrobiano contra *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*,

Mycoderma sp., *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus cereus*, según lo determinado por el método de difusión en papel agar. Con todos estos resultados de calidad es posible la exportación del aceite de kion peruano con amplias propiedades antimicrobianas.

Conflicto de intereses

Reportan los autores que no existe ningún conflicto.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de las empresas exportadoras quienes proporcionaron la materia prima para los análisis y en especial, la colaboración de colaboración del Laboratorio de Análisis Instrumental del Departamento Académico de Ciencias de la Pontificia Universidad Católica del Perú, por todo su apoyo y disposición para el logro de la investigación.

Referencias

- AgrodataPeru (2015). Jengibre – Kion Perú Exportación Noviembre 2015. Disponible en: <https://www.agrodataperu.com/2015/12/jengibre-kion-peru-exportacion-noviembre-2015.html> (Acceso marzo 2023).
- Bellik, Y. (2014). Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of *Zingiber officinale* Roscoe. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4(1), 40-44. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60311-X](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60311-X)
- Dhanik, J., Arya, N., & Nand, V. (2017). A Review on *Zingiber officinale*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 6(3): 174-184. Disponible en: <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue3/PartC/6-2-17-350.pdf> (Acceso marzo 2023).
- Diaz Guevara, I.M.J., & Rodriguez Blas, T.M. (2018). Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta industrial de aceite esencial a base de jengibre. Título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Disponible en: <file:///C:/Users/Carlos%20L/Desktop/BC-TES-TMP-1063.pdf> (Acceso marzo 2023).
- Ebrahimzadeh Attari, V., Malek Mahdavi, A., JavadiVala, Z., Mahluji, S., Zununi Vahed, S., & Ostadrahimi, A. (2018). A systematic review of the anti-obesity and weight lowering effect of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and its mechanisms of action. Phytotherapy Research, 32(4), 577-585. <https://doi.org/10.1002/ptr.5986>
- Ekundayo, O., Laakso, I., & Hiltunen, R. (1988). Composition of ginger (*Zingiber officinale* roscoe) volatile oils from Nigeria. Flavour Fragrance Journal, 3(2), 85-90. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730030207>
- Trease, G.E. & Evans, W.C. (1989). Pharmacognosy. Disponible en: [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1678090](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1678090) (Acceso marzo 2023).
- Gogate, V.M. (2000). Ayurvedic pharmacology and therapeutic uses of medicinal plants Dravyaganvigyan, I Edn. Mumbai: Bhartiya Vidya Bhavan. Disponible en: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2017360](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2017360) (Acceso marzo 2023).
- Govindarajan, V.S., & Connell, D.W. (1983). Ginger – Chemistry, technology and quality evaluation: Part I. C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 17(1). <https://doi.org/10.1080/10408398209527343>
- Gupta, S., & Ravishankar, S. (2005). A comparison of the antimicrobial activity of garlic, ginger, carrot, and turmeric pastes against *Escherichia coli* O157:H7 in laboratory buffer and ground beef. Foodborne Pathogens and Disease, 2(4), 330-340. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.330>
- Singh, G., Kapoor, I.P.S., Singh, P., de Heluani, C.S., de Lampasona, M.P., & Catalan, C.A.N. (2008). Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale*. Food and Chemical Toxicology, 46(10), 3295-3302. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.017>
- Intorasoot, A., Chornchoem, P., Sookkhee, S., & Intorasoot, S. (2017). Bactericidal activity of herbal volatile oil extracts against multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. Journal of Intercultural Ethnopharmacology, 6(2), 218-222. <https://doi.org/10.5455/jice.20170411091159>
- Liu, L., Shao W., & Lin, G. (2012). Microcalorimetry studies on the antimicrobial actions of volatile oil of dry ginger. Journal Therm Anal Calorim, 107(2), 831-835. <https://doi.org/10.1007/s10973-011-1589-3>

- Mbaveng, A., & Kuete, V. (2017). *Zingiber officinale*. In: Medicinal Spices and Vegetables from Africa: Elsevier, 627-639. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/medicinal-spices-and-vegetables-from-africa/kuete/978-0-12-809286-6> (Acceso marzo 2023).
- Mesomo, M.C., Corazza, M.L., Ndiaye, P.M., Dalla Santa, O.R., Cardozo, L., & Scheer, A.P. (2013). Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity. *Journal Supercrit Fluids*. 80, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2013.03.031>
- Nandi, S., Saleh-E-In, M., Rahim, M., Bhuiyan, N.H., Sultana, N., Ahsan, A., Ahmed, S., Siraj, S., Rahman, Z., Roy, K.S. (2013). Quality composition and biological significance of the Bangladeshi and China ginger (*Zingiber officinale* rosc.). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(5), 2283-2290. Disponible en: <file:///C:/Users/Carlos%20L/Desktop/gengibre%20de%20china%20y%20bangladesh.pdf> (Acceso marzo 2023).
- Onyenekwe, P.C., & Hashimoto, S. (1999). The composition of the essential oil of dried Nigerian ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *European Food Research and Technology*, 209(6), 407-410. <https://doi.org/10.1007/s002170050517>
- Pakrashi, S.C., & Pakrashi, A. (2003). Ginger: A versatile healing herb. Disponible en; <https://books.google.co.in/books?id=zfxLvxEvAh0C&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false> (Acceso marzo 2023).
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Matthews, K.R., Ayatollahi, S.A., Kobarfard, F., Ibrahim, S.A., Mnayer, D., Zakaria, Z.A., Sharifi-Rad, M., Yousaf, Z., Iriti, M., Basile, A., & Rigano, D. (2017). Plants of the Genus *Zingiber* as a Source of Bioactive Phytochemicals: From Tradition to Pharmacy. *Molecules*, 22(12). <https://doi.org/10.3390/molecules22122145>
- Wang, J., Ke, W., Bao, R., Hu, X., & Chen, F. (2017). Beneficial effects of ginger *Zingiber officinale* Roscoe on obesity and metabolic syndrome: a review. *Annals of de New York Academy of Sciences*, 1398(1), 83-98. <https://doi.org/10.1111/nyas.13375>