

Efecto antifúngico del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*

Antifungal effect of cinnamon essential oil (*Cinnamomum zeylanicum*) on strains of *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum*

Margarita Cajas Palacios¹, Armando Arias Duque², Rafael Calle Chumo³, Liliana Cortez Suárez⁴

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto antifúngico del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*. El aceite esencial de canela (AEC) se obtuvo a través del método de hidrodestilación y fue almacenado a 4 °C. Se emplearon cuatro concentraciones al azar (30, 60, 90 y 100%) usando como disolvente dimetilsulfóxido. Las cepas se incubaron durante 7 días a 35°C en agar papa dextrosa para su crecimiento y formación de conidias, con excepción del control de calidad (*Candida albicans* ATCC 90028) que fue incubada durante 24 horas en agar Sabouraud dextrosa. Para determinar la actividad antimicótica se usó el método de difusión de disco en agar (Kirby-Bauer), concentración mínima inhibitoria (CMI) por microdilución en caldo y concentración mínima fungicida (CMF) mediante extendido en agar a partir de las respuestas de la CMI. Los resultados mostraron que todas las concentraciones presentaron inhibición del crecimiento para ambos hongos, siendo la concentración del 100% la que obtuvo mayor promedio en los halos de inhibición. La CMI fue de 0.0918 (AEC 90%) y 0.102 mg/ml (AEC 100%) solo para *Penicillium expansum*. En la CMF se transfirió 50 ul de cada pocillo inhibido sobre agar papa dextrosa durante 11 días a 25°C. No se presentó crecimiento después de ese tiempo. Demostrándose que el aceite esencial de canela no solo ejerce actividad como fungistático sino también como fungicida a determinadas concentraciones. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Microsoft Excel 2016.

Palabras clave: Canela, aceite, cinamaldehído, fungistático, fungicida.

ABSTRACT

The present work aimed to determine the antifungal effect of cinnamon essential oil (*Cinnamomum zeylanicum*) on *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum*. Cinnamon essential oil (CEO) was obtained through a hydro-distillation method and stored at 4° C. Four random concentrations (30, 60, 90 and 100%) were used with dimethyl sulfoxide as solvent. The strains were incubated for 7 days at 35° C in potato dextrose agar for growth and conidium formation, with exception of the quality control (*Candida albicans* ATCC 90028) which was incubated for 24 hours in Sabouraud dextrose agar. As a way to determine the antifungal activity, the method of diffusion of agar disk (Kirby-Bauer) was used in this investigation, minimum inhibitory concentration (MIC) by microdilution in broth and minimum fungicidal concentration (MFC) was used by spread in agar from the responses of the MIC. The results showed that all

Magister en Salud Pública; Licenciada en Nutrición y Dietética, Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: margarita.cajasp@ug.edu.ec Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0339-686X>.

Magister en Diseño Curricular, Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: armando.ariasd@ug.edu.ec, Código Orcid: 0000-0002-4636-7954

Ing. Químico. Lcdo. Ciencias de la Educación mención Fisicomatemático. Magister en Ciencias de la Ing. Química. Magister en Educación, Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador, Correo electrónico rafael.callec@ug.edu.ec Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0816-6879>

Magister en Salud Pública; Diploma Superior en Docencia Universitaria; Doctora en Educación; Bioquímico Farmacéutico; Doctor en Bioquímica y Farmacia; , Docente de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: liliana.cortezs@ug.edu.ec @ug.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4030-7184>.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

concentrations displayed growth inhibition for both fungi, in a concentration of 100% being the highest average in the inhibition halos. The MIC was 0.0918 (CEO 90%) and 0.102 mg/ml (CEO 100%) only for *Penicillium expansum*. In the MFC, 50 µl of each inhibited well was transferred onto potato dextrose agar for 11 days at 25° C. There was no growth after that time. Proving that cinnamon essential oil not only works as a fungistatic but also as a fungicide at certain concentrations. For the statistical analysis the Microsoft Excel 2016 program was used.

Keywords: Cinnamon, oil, cinnamaldehyde, fungistatic, fungicide.

Received: Noviembre 20/11/2023

Accepted: Noviembre 20/11/2023

Introducción

Los alimentos están expuestos a la contaminación que se encuentra en el medio, generando sobre ellos agentes extraños que pueden producir la degradación de los mismos, además de ser perjudiciales para la salud del consumidor. La contaminación por hongos es una de las mayores problemáticas a nivel alimenticio, debido a que no solo ocasionan el deterioro de la calidad de los alimentos, sino que también conlleva a grandes pérdidas económicas (1,2,3).

El *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum* son los principales mohos que causan la degradación de frutas, hortalizas, cereales y frutos secos. Crecen en ambientes de alta humedad, pueden adherirse a los alimentos por lesiones durante la cosecha y post-cosecha, además de condiciones de almacenamiento y transporte inadecuados (4,5).

Actualmente se han incrementado las investigaciones sobre los aceites esenciales que puedan coadyuvar en la defensa de los alimentos frente a estos fitopatógenos, siendo el aceite esencial de canela una gran alternativa contra ellos (6,7,8,9). El aceite esencial de canela se puede extraer de la hoja o de su corteza donde el ácido cinámico, cinamaldehído y el eugenol son unos de los principales metabolitos secundarios que ejercen la actividad antimicrobiana y antimicótica (10,11,12).

La presente investigación pretende evaluar el efecto antifúngico del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en diferentes concentraciones sobre el crecimiento de hongos filamentosos como *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*. Para ello, se procedió a obtener el aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) mediante el método de extracción de hidrodestilación, con la finalidad de determinar la actividad fungistática del aceite obtenido mediante la técnica de difusión de disco en agar (Kirby-Bauer) y concentración mínima inhibitoria (CMI). Finalmente, el estudio estableció la actividad fungicida del aceite obtenido mediante la concentración mínima fungicida (CMF).

En este contexto el problema está orientado a responder la siguiente interrogante ¿Tendrá efecto antifúngico el aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*?

En consecuencia, debido a que los alimentos se pueden contaminar ya sea por aire, agua, suelo, almacenamiento, transporte, procesado y distribución; lo que conlleva a cambios microbiológicos, físicos y químicos sobre estos, afectando a la calidad del producto, enormes pérdidas económicas, además de propiciar condiciones idóneas para el desarrollo de microorganismos como bacterias, levaduras y mohos (13).

Los mohos u hongos filamentosos son microorganismos causantes de la descomposición de los alimentos especialmente de

frutas, cereales y hortalizas, la presencia de estos puede tener consecuencias diversas como la producción de metabolitos tóxicos para el ser humano conocidos como micotoxinas. Las especies más comunes pertenecen al género *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* y *Aspergillus* (14).

Penicillium expansum es un moho, más conocido como moho azul que sobrevive como saprófito, siendo uno de los patógenos más comunes en frutas como manzanas y peras. Es fácilmente aislado a partir del suelo, de cámaras frigoríficas y de cajas de madera utilizadas en la cosecha, transporte y almacenamiento (15). Además de contribuir al deterioro de frutas y hortalizas, este hongo produce las micotoxinas que se encuentran presentes como contaminantes de alimentos de consumo humano y animal (16).

El *Aspergillus flavus* es un hongo termotolerante, microtermofílico que afecta principalmente a cereales, semillas y frutos secos como maíz, sorgo, cebada, trigo, centeno, mijo, arroz, nueces y semillas de algodón. Se encuentra generalmente en los suelos y vegetales en descomposición, puede crecer incluso en alimentos con actividad de agua de 0.85. Es el principal productor de aflatoxinas; metabolito tóxico que ingerido en grandes cantidades produce efectos carcinógenos y mutagénicos (17).

De esta forma, se establece la necesidad de encontrar nuevas alternativas antifúngicas y que no sean tóxicas para el ser humano se ha vuelto una problemática debido a que existe una mayor tendencia a consumir alimentos más frescos y que no posean aditivos, la presente investigación se justifica en las limitaciones y efectos negativos que tienen los antifúngicos de origen sintético sobre los alimentos (18).

Los aceites esenciales han demostrado tener propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiparasitarias, antiinflamatorias, anti-diarreicas y antifúngicas (19). El aceite esencial de canela posee actividad antifúngica (18) siendo el aldehído cinámico (cinamaldehído) el principal componente antimicrobiano en la canela, no solo exhibe actividad antimicrobiana, sino que también inhibe el crecimiento de levaduras y mohos, incluyendo *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. (20).

Actualmente la industria alimenticia ha optado por los aceites esenciales como alternativa viable; dado a que estos compuestos naturales pueden llegar a ser efectivos, selectivos, biodegradables y menos tóxicos (19). La importancia del presente proyecto se basa en el uso de nuevos agentes antifúngicos de origen natural, como una alternativa para inhibir el crecimiento y desarrollo de hongos sobre los alimentos, siendo los consumidores los principales beneficiados. En Ecuador la aplicación de estos extractos vegetales podría contribuir a disminuir efectos negativos ocasionados por los fungicidas sintéticos (21).

Materiales y métodos

Diseño investigación: descriptiva correlacional

Materiales: Equipos, Aparatos y Reactivos.

Procedimiento. Se empleó el método de extracción por hidrodestilación y se obtuvieron 12 litros de extracto, los mismos que fueron almacenados y conservados en recipientes estériles a una temperatura de 4 °C; se separó el aceite esencial con la ayuda de una pipeta y se almaceno en un tubo de vidrio con tapa rosca hermética, protegido de la luz hasta su utilización. La Evaluación del efecto antifúngico del aceite esencial de canela se determinó mediante la técnica de difusión de disco en agar (22), (23). El inóculo se preparó a partir de un cultivo de 7 días a 35 °C en agar papa dextrosa, esto induce a que los hongos se desarrollen en su totalidad, además de la formación de conidios (22). Se utilizó caldo Sabouraud dextrosa para la suspensión que posteriormente se estandarizó a 0.5×10^4 células/ml según la escala de McFarland para *Aspergillus flavus* (23) y 1.0×10^4 células/ml para *Penicillium expansum* (24). Para la concentración mínima inhibitoria se hizo una dilución seriada en caldo Sabouraud dextrosa adicionado con DMSO 2% hasta obtener 0.5×10^4 células/ml según la escala de McFarland para *Aspergillus flavus* (23) y 1.0×10^4 células/ml para *Penicillium expansum*

Preparación del inóculo de *Candida albicans* ATCC 90028 para el control de calidad

Se incubó la cepa de *Candida albicans* ATCC 90028 en agar Sabouraud a 35 °C durante 24 horas. La suspensión se preparó a partir de solución salina al 0.9%. Luego se estandarizó a 0.5×10^6 células/ml según la escala de McFarland. Para la CMI se realizó una dilución seriada usando caldo Infusión cerebro corazón hasta obtener 0.5×10^3 células/ml según la escala de McFarland

Preparación del control positivo (Itraconazol)

Concentración mínima inhibitoria (CMI): La solución madre se preparó a una concentración cien veces mayor a la que se va a emplear (1600 ug/ml), utilizando como disolvente dimetilsulfóxido. La CMI de itraconazol es de 16 a 0.03 ug/ml (25) por lo que se realizó diluciones seriadas dobles empleando caldo Sabouraud dextrosa. En el control de crecimiento se debe llenar 100 ul de caldo combinado con DMSO 2%. A las soluciones obtenidas se le realizaron una última dilución 1:50 con caldo Sabouraud, obteniendo como resultado la concentración de antifúngico dos veces mayor a la concentración final (32 – 0,0626 µg/ml)

Difusión de disco en agar: Se utilizó como referencia el método empleado para la CMI. A partir una solución madre de 1000 ug/ml, se transfirió 10 microgramos de esta solución de carga del antifúngico en el disco.

Muestra Vegetal

Se adquirieron 4kg de corteza de *Cinnamomum zeylanicum* en el mercado central de Guayaquil, posteriormente fue almacenada en bolsas de plástico para su traslado y conservación.

Para la extracción del aceite esencial la corteza fue analizada verificando que no presente ningún tipo de contaminante o

residuos no deseados que interfieran con el proceso de extracción.

Microbiana

Las cepas *Aspergillus flavus*, *Penicillium expansum* y *Candida albicans* ATCC 90028 fueron proporcionadas por una institución pública.

Análisis de datos o análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva usando Microsoft Excel 2016

Hipótesis

El aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) actuará como antifúngico sobre cepas de *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*.

Resultados

Efecto antifúngico del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en diferentes concentraciones 30, 60, 90 y 100%

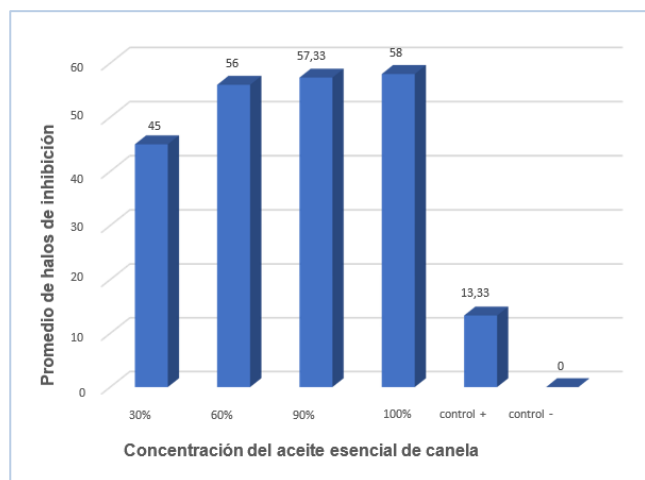
Tabla 1. Diámetro del halo de inhibición en cepa de *Aspergillus flavus* frente a cuatro concentraciones de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en un volumen de 10ul.

Volumen del aceite (ul)	Concentración del aceite (%)	Concentración del aceite en los discos (mg/ml)	Repeticiones	Diámetro de inhibición (mm)	Promedio (mm)
10	30	3.06	1	40	45
10	30	3.06	2	50	
10	30	3.06	3	45	
10	60	6.12	1	55	56
10	60	6.12	2	53	
10	60	6.12	3	60	
10	90	9.18	1	53	57.33
10	90	9.18	2	60	
10	90	9.18	3	59	
10	100	10.2	1	55	58
10	100	10.2	2	57	
10	100	10.2	3	62	

Fuente: Autores

En la tabla 1 se muestran los promedios de los halos de inhibición (mm) de las tres repeticiones producidas por las diferentes concentraciones del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) mediante el método de difusión del disco en agar (Kirby-Bauer), los resultados mostraron un mayor promedio de halo de inhibición con el volumen de 10 ul a la concentración de 100%.

Gráfico 1. Comparación de las diferentes concentraciones de aceite esencial de canela frente a cepa de *Aspergillus flavus* a un volumen de 10ul



Fuente: Autores

La gráfica 1 refleja los promedios de los halos de inhibición de las diferentes concentraciones del aceite esencial de canela frente *Aspergillus flavus* con un volumen de 10 ul obteniendo como resultado que la concentración de 100% tiene un promedio mayor a comparación con las demás concentraciones con 58mm, seguido de la concentración de 90% con un promedio de 57,33, mientras que las concentraciones de 60% y 30 % cuentan con un promedio de 56 mm y 45 mm respectivamente.

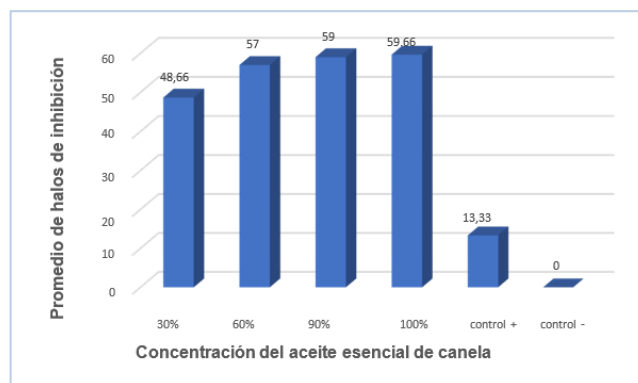
Tabla 2 Diámetro del halo de inhibición en cepa de *Aspergillus flavus* frente a cuatro concentraciones de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en un volumen de 20ul.

Volumen del aceite (ul)	Concentración del aceite (%)	Concentración del aceite en los discos (mg/ml)	Repeticiones	Diámetro de inhibición (mm)	Promedio (mm)
20	30	6.12	1	53	48.66
20	30	6.12	2	46	
20	30	6.12	3	47	
20	60	12.24	1	57	57
20	60	12.24	2	54	
20	60	12.24	3	60	
20	90	18.36	1	59	59
20	90	18.36	2	55	
20	90	18.36	3	63	
20	100	20.40	1	56	59.66
20	100	20.40	2	61	
20	100	20.40	3	62	

Fuente: Autores

La tabla 2 indica el promedio de las tres repeticiones de los diámetros de los halos de inhibición producido por las diferentes concentraciones del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) que se realizó mediante el método de difusión del disco (Kirby-Bauer), obteniendo resultados donde se muestra un mayor promedio empleando un volumen de 20 ul a la concentración de 100%.

Gráfico 2 Comparación de las diferentes concentraciones de aceite esencial de canela frente a cepa de *Aspergillus flavus* a un volumen de 20ul



Fuente: Autores

La gráfica 2 muestra los promedios de los halos de inhibición de las concentraciones del aceite esencial de canela frente *Aspergillus flavus* empleando un volumen de 20 ul obteniendo como resultado que la concentración de 100% tiene un promedio mayor a comparación con las demás.

Discusión

El estudio evaluó el efecto antifúngico del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum* mediante la técnica de difusión de disco en agar (Kirby-Bauer), mostrando sensibilidad en todas las concentraciones del aceite (30%, 60%, 90 y 100%) después de las 48 horas de incubación, los halos de inhibición se compararon según la escala de Duraffourd siendo la concentración del 100% en un volumen de 20 ul. la que obtuvo 59,66 promedio más alto en los halos de inhibición

Resultados similares se mostraron en el estudio de Caballero, Villacorta, & Vásquez, 2011 en el cual usaron concentraciones distintas de aceite esencial sobre *Aspergillus flavus* inhibiendo el crecimiento significativamente del hongo en agar chicha de maíz. En otro estudio realizado por Landero, et al., 2016 usaron aceite de canela a una concentración de 300 ul/L observándose inhibición del crecimiento micelial del *Penicillium expansum*.

En la concentración mínima inhibitoria ambos hongos presentaron resistencia con el antimicótico control positivo (itraconazol), en cambio con el aceite esencial de canela mostró inhibición solo para *Penicillium expansum* en concentraciones de 0.0918 (AEC 90%) y 0.102 mg/ml (AEC 100%) respectivamente, esto es debido a que el aceite esencial de canela contiene concentraciones altas de aldehído cinámico, principal componente antimicrobiano en la canela, con actividad antibacteriana, y que también inhibe el crecimiento de mohos (14).

Se demostró que el aceite esencial de canela ejerce actividad fungicida en la concentración mínima al no presentar crecimiento de *Penicillium expansum* después de los 11 días de incubación en agar papa dextrosa. Así también el estudio de Ramírez, López, Espinosa, & Wong, 2016 con respecto a los aceites de canela, inhibió totalmente el crecimiento y formación de conidias a concentración de 0.05% mostrando ser poseer efecto fungicida.

Con estos resultados, se puede concluir que el aceite esencial de canela posee efecto antifúngico in vitro sobre cepas de *Aspergillus flavus* y *Penicillium expansum*.

Se logró obtener el aceite esencial de canela a partir de la corteza de (*Cinnamomum zeylanicum*) mediante el método de extracción de hidrodestilación.

Ambos hongos presentaron sensibilidad frente a las concentraciones del aceite esencial de canela (30, 60, 90, 100%), siendo el 100% la que mostró mayor promedio en los halos de inhibición. Determinándose así la actividad fungistática del aceite de canela.

La concentración mínima inhibitoria en donde no existió crecimiento solo fue para *Penicillium expansum* con la concentración del aceite al 90 y 100%.

El aceite de canela posee actividad fungicida al inhibir el hongo *Penicillium expansum* por completo después de 11 días de incubación.

Referencias

1. Amezqueta D. Evaluación del potencial antifúngico de los aceites esenciales comerciales de Canela (*Cinnamomum verum J. Presl*) y Laurel (*Laurus nobilis L.*) En el control de *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, *Epicoccum nigrum* Link, *Curvularia hawaiiensis* Manamgod. [Tesis de grado]. Valencia; Universidad Politécnica De València; 2017.
2. Cordero AP, Vitola Romero D, Chamorro Anaya L. Actividad del aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum*) contra *Colletotrichum gloeosporioides* de ñame (*Dioscorea alata*). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 2018 enero-junio; 21(1).
3. Caballero C, Villacorta L, Vásquez C. Efecto del aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y su combinación sobre la acción antifúngica en *Aspergillus flavus* en agar chicha de maíz (*Zea mays L.*), variedad morada. Pueblo Continente. 2011; 22(1).
4. Padrón HYM, Hernández Delgado S, Reyes Méndez CA, Vázquez Carrillo G. El Género *Aspergillus* y sus Micotoxinas en Maíz en México: Problemática y Perspectivas. Revista mexicana de fitopatología. 2013 diciembre; 31(2).
5. Xing Y, Li X, Xu Q, Yun, Lu Y. Antifungal activities of cinnamon oil against *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium expansum* in vitro and in vivo fruit test. International Journal of Food Science and Technology. 2010 junio; 45(9).
6. Barrera L, García L. Actividad antifúngica de aceites esenciales y sus compuestos sobre el crecimiento de *Fusarium* sp. UDO Agrícola. 2008 Julio; 8(1).
7. Jácome J. Evaluación del efecto bactericida de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum verum*), jengibre (*Zingiber officinale*) y clave olor (*Syzygium aromaticum*) para aplicaciones agroindustriales. [Tesis de grado]. Quito: Universidad de las Américas; 2019.
8. Yucra OH. Efecto antimicótico in vitro del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* "canela" sobre *Candida albicans*. [Tesis de grado]. Puno: Universidad nacional del altiplano de Puno; 2019.
9. Vega MBV, Cedeño Sares LA. Evaluación microbiológica de aceite esencial canela y clavo de olor en la conservación de carne molida de res tipo hamburguesa. [Tesis de grado]. Machala: Universidad técnica de Machala; 2019.
10. Guijarro MJE, Arroyo Bonilla, Arroyo Bonilla A, Castro García R, Santacruz Terán S, Armas Vega DC. Efecto antimicrobiano del cinamaldehído, timol, eugenol y quitosano sobre cepas de *Streptococcus mutans*. Revista cubana de Etimología. 2018 enero; 54(4).
11. Castillo K. Efecto sinérgico antifúngico del aceite esencial de canela "*Cinnamomum verum*" solo y acompañado con ketoconazol en cepas de *Candida albicans*. Estudio in vitro. [Tesis de grado]. Trujillo: Universidad César Vallejo; 2016 Universidad César Vallejo.
12. Fernández M. Evaluación de dos métodos para la determinación de la sensibilidad in vitro del complejo *Aspergillus terreus* frente antifúngicos. [Tesis de maestría]. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste; 2015 Universidad Nacional del Nordeste.
13. Kyanko MV, Russo ML, Fernández M, Pose G. Efectividad del Acido Peracético sobre la reducción de la carga de Esporas de Mohos causantes de Pudrición Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Información tecnológica. 2010 mayo; 21(4): p. 126.
14. Moreno MÁP, González Alonso I, Martín de Santos R, García Lacarra T. Importancia del género *Alternaria* como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas. Nutrición Hospitalaria. 2012 noviembre-diciembre; 27(6): p. 1772.
15. Cruz MES, Freitas Schwan-Estrada, Balbi-Peña, Terumi Itako A, Clemente E, Stangarlin J. Control del moho azul en poscosecha de manzana con productos naturales. Idesia (Arica). 2015 marzo-mayo; 33(2): p. 58.
16. Mendoza RS, Rodríguez Alvarado G, Fernández Pavía, Vázquez Marrufo G, Montero Castro, Benítez Malvido J. Micotoxinas: ¿Qué son y cómo afectan a la salud pública? Revista Digital Universitaria. 2017 Julio- Agosto; 18(6).
17. Ledezma PB, Bogantes-Ledezma, Bogantes-Ledezma. Aflatoxinas. Acta Médica Costarricense. 2004 octubre; 46(4).
18. Barrueto CS, Padova. Efecto antimicrobiano del aceite esencial y del extracto acuoso de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre *Candida albicans* Y *Streptococcus mutans*. Revista de investigaciones aplicadas. 2013 mayo-julio; 16(1).
19. Montero-Recalde M, Revelo I J, Avilés-Esquivel D, Valle V., Guevara-Freire D. Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre Cepas de Salmone-lla. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.

2017 octubre-diciembre; 28(4).

20. Saucedo ENR. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*. 2011 enero-abril; 7(1).
21. Pazmiño PM, Velástegui Espín P, Curay S, Yáñez Yáñez W, Vásquez C. Efecto de los extractos hidro-etanólicos de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) sobre la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en fresa. *Journal of the Selva Andina Biosphere*. 2017 mayo; 5(1).
22. García P. Guía práctica de identificación y diagnóstico en micología clínica. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2007 noviembre; 30(2).
23. Trajano VN, Lima EdO, Souza Sd. Actividad antifúngica del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* Blume y Eugenol en *Aspergillus flavus*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2012 agosto; 15(5): p. 785–793.
24. Landero N, Lara F, Aguado G, Hoyos A, Encarnación D, Pérez Y. Aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum*: alternativa de control para *Penicillium expansum* sobre pera en poscosecha. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2016 junio- agosto; 7(5).
25. Teves REM. Evaluación de la susceptibilidad antifúngica in-vitro de tres especies de hongos causantes de queratitis fúngica: *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* y *Fusarium solani* del gel oftálmico de voriconazol. [Tesis de Grado]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017 Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad de Ciencias y Filosofía "Alberto Cazorla Talleri".