

**CAPACIDAD INHIBITORIA DE *Pleurotus djamor* SOBRE *Escherichia coli* Y *Staphylococcus aureus* CAUSANTES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS.**

**CAROLINE MISHEL GUERRERO CASTRO**

**ELMA YANETH AMARIS CHAVEZ**



**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD CIENCIAS BÁSICAS**

**PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA**

**2023**

**CAPACIDAD INHIBITORIA DE *Pleurotus djamor* SOBRE *Escherichia coli* Y  
*Staphylococcus aureus* CAUSANTES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR  
ALIMENTOS.**

**CAROLINE MISHel GUERRERO CASTRO  
ELMA YANETH AMARIS CHAVEZ  
TRABAJO DE GRADO**

**Presentado como requisito parcial para optar al título de  
MICROBIÓLOGO**

**Directora**

**XIMENA PAOLA RODRIGUEZ**

Microbióloga, Magíster en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo.

**Codirectora**

**TORCOROMA LOBO RINCÓN**

Microbióloga, Magíster en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo.

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA**

**2023**

## Contenido

1.1	Introducción.....	11
1.	Planteamiento Del Problema.....	13
2.	Justificación .....	15
3.	Objetivos.....	18
1.2	General.....	18
1.3	Específicos .....	18
4.	Marco Teórico .....	19
1.4	Marco Conceptual.....	19
1.4.1	Enfermedades transmitidas por alimentos .....	19
1.4.2	Factores que contribuyen para que se produzca una ETA.....	19
1.4.3	Mecanismos de transmisión de las ETAS.....	20
1.4.4	Bacterias patógenas.....	20
1.4.5	Resistencia antimicrobiana.....	22
1.4.6	Prueba de sensibilidad de antimicrobianos.....	22
1.4.7	Tipo de resistencia microbiana.....	23
1.4.8	Pleurotus sp .....	24
1.4.9	Propiedades medicinales y antibacteriana.....	25
1.5	Antecedentes.....	26
1.6	Marco Legal (norma) .....	28
5.	Metodología .....	30
1.7	Localización.....	30
1.8	Tipo De Estudio Y Línea De Investigación .....	31

1.9	Universo y población.....	31
1.10	Hipótesis nula o alternativa .....	31
1.11	Diseño metodológico.....	31
1.12	Obtención de la cepa de Pleurotus djamor.....	31
1.12.1	Obtención de semillas de Pleurotus djamor a base de extracto de malta.....	32
1.12.2	Obtención de cuerpos fructíferos .....	33
1.12.3	Siembra en medio YGC (agar extracto de levadura-glucosa-cloranfenicol)..	35
1.12.4	Maceración y obtención de extracto alcohol etílico y alcohol isoamílico en diferentes concentraciones.....	35
1.12.5	Microorganismos.....	36
1.12.6	Preparación de medios de cultivos.....	37
1.12.7	Reactivación, preparación y siembra de los microorganismos .....	37
1.13	Ensayo de sensibilidad.....	38
1.13.1	Actividad bactericida, preparación y siembra de controles .....	38
6.	Resultados y Discusión .....	40
1.14	Características miceliales del hongo .....	40
1.15	Prueba de sensibilidad .....	42
7.	Conclusiones.....	56
8.	Recomendaciones .....	57
9.	Bibliografía .....	58
10.	Anexos.....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del desarrollo experimental.....	29
Figura 2. Ubicación geográfica del estudio.....	29
Figura 3. Semilla de incubación.....	31
Figura 4. Extracto de malta con el hongo <i>Pleurotus djamor</i> .....	32
Figura 5. Seguimiento de la colonización del micelio a los días 7, 16 y 20.....	33
Figura 6. Perforación de la bolsa para el crecimiento del cuerpo fructífero.....	33
Figura 7. Toma del cuerpo fructífero, pesaje y lavado con agua purificada.....	34
Figura 8. Maceración del hongo con diferentes alcoholes y concentraciones.....	35
Figura 9. Características macroscópicas del micelio de <i>Pleurotus djamor</i> .....	39
Figura 10. Características microscópicas del micelio de <i>Pleurotus djamor</i> .....	39
Figura 11. Características morfológicas del cuerpo fructífero del <i>Pleurotus djamor</i> .....	40
Figura 12. Extractos de alcohol etílico e isoamílico a concentraciones de 70 % y 99 % después de 8 días de incubación y previamente filtrados.....	41
Figura 13. Placas antibiograma agar Müller Hilton. Figura a). control de disco con cloranfenicol al 30µg con la bacteria <i>Staphylococcus aureus</i> . Figura b). control de disco con cloranfenicol al 30µg con la bacteria <i>Escherichia coli</i> .....	47
Figura 14. Placas antibiograma agar Müller Hilton. En la figura a). bacteria <i>Escherichia coli</i> con el disco de AEC70 de 15 µL. Figura b). bacteria <i>Escherichia coli</i> con el disco de AIC70 de 15 µL.....	48

Figura 15. Placas antibiograma agar Müller Hilton. En la figura a). bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AEC70 de 15 µL. Figura b). bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AIC70 de 15 µL.....48

Figura 16. Placas antibiograma agar Müller Hilton. En la figura a). bacteria *Escherichia coli* con el disco de AEC99 de 15 µL. Figura b). bacteria *Escherichia coli* con el disco de AIC99 de 15 µL.....49

Figura 17. Placas antibiograma. En la figura a). Bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AIC99 de 15 µL. Figura b). Bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AEC99 de 15 µL.  
49

Figura 18. Halos de inhibición con el extracto AEC70 %.....50

Figura 19. Halos de inhibición con el extracto AIC70 % .....51

Figura 20. Halos de inhibición con el extracto AEC99 %.....52

Figura 21. Halos de inhibición con el extracto AIC99 % ..... 53

Figura 22. Halos de inhibición en general de las bacterias diferentes sometidas a extractos de alcohol etílico e isoamílico, sometidas a diferentes concentraciones (70 % y 99 %)

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del género <i>Pleurotus djamor</i> .....	23
Tabla 2. Principales normas que fundamentan el lineamiento de las enfermedades transmitidas por alimentos.....	27
Tabla 3. Diámetro de los halos de inhibición y su promedio de crecimiento, presentados por las bacterias al entrar en contacto con los extractos Alcohol cetona y Alcohol isoamílico con concentración al 70 % de las cepas de <i>Pleurotus djamor</i> .....	42
Tabla 4. Diámetro de los halos de inhibición y su promedio de crecimiento, presentados por las bacterias al entrar en contacto con los extractos Alcohol etílico y Alcohol isoamílico con concentración al 99 % de las cepas de <i>Pleurotus djamor</i> .....	44

## ANEXOS

Anexo 1. ANOVA de un solo factor: AE70 % vs. Cepas.....	66
Anexo 2. ANOVA de un solo factor: AI70 % vs. Cepas.....	67
Anexo 3. ANOVA de un solo factor: AE99 % vs. Cepas.....	68
Anexo 4. ANOVA de un solo factor: AI99 % vs. Cepas.....	69





## RESUMEN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS) representan un problema de salud pública a escala mundial; las investigaciones realizadas con algunos hongos son reconocidos como un poderoso recurso de varios compuestos antibacterianos capaces de inhibir las bacterias que ocasionan las ETAS. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de inhibición que tiene el hongo *Pleurotus djamor* contra *Staphylococcus aureus* y *E. coli*. Se evaluó la actividad antibacteriana con extractos de alcohol etanólico e isoamílicos del hongo *Pleurotus djamor* a concentraciones del 70 % y 90 % contra *Staphylococcus aureus* y *E. coli* esta actividad se determinó por la técnica de difusión en disco de Kirby Bauer, con el estándar de 0,5 McFarland, quedando a una turbidez de  $1,5 \times 10^8$  UFC/ ml. Los halos de inhibición con mayor susceptibilidad fueron los extractos AIC70 % en donde la variación de los halos fue desde  $37,33 \pm 5,86$  mm (*E.coli*) y  $25 \pm 16,09$  mm (*S. aureus*) ambas presentaron susceptibilidad mientras que el extracto con menor susceptibilidad fue AIC99 % evidenciando una variación desde  $5,67 \pm 5,13$  mm (*E.coli*) y 0 mm (*S. aureus*) en donde ambos presentaron resistencia. Los datos arrojados por el ANOVA se evaluaron con un nivel de significancia de  $\alpha: 0,05$  en donde AIC70 % tuvo un valor p 0,280, AEC70 % p 0,077, AEC99 % p 0,006 y AIC99 % p 0,120. según la prueba de tukey, *E. coli* presentó los mayores halos de inhibición. Mientras que *S. aureus* no presentó ningún tipo de efecto inhibitorio con extractos de alcohol etílico e isoamílico al 99 %.



En conclusión se obtuvo buenos resultados en base a lo reportado de la capacidad inhibitoria de los extractos etanólicos e isoamílicos del hongo frente a *E.coli* y *S.aureus*.

**Palabras clave:** Inhibición, *Pleurotus djamor*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, extractos alcoholicos.

### ABSTRACT

Foodborne diseases (ETA) represent a public health problem worldwide; Research carried out with some fungi is recognized as a powerful resource of several antibacterial compounds capable of inhibiting the bacteria that cause STDs. The objective of this work was to evaluate the inhibition capacity of the *Pleurotus djamor* fungus against *Staphylococcus aureus* and *E. coli*. The antibacterial activity was evaluated with ethanolic and isoamyl alcohol extracts of the *Pleurotus djamor* fungus at concentrations of 70% and 90% against *Staphylococcus aureus* and *E. coli*. This activity was determined by the Kirby Bauer disk diffusion technique, with the standard of 0.5 McFarland, leaving a turbidity of  $1.5 \times 10^8$  CFU/ ml. The inhibition zones with the highest susceptibility were the AIC70% extracts where the variation of the zones was from  $37.33 \pm 5.86$  mm (*E.coli*) and  $25 \pm 16.09$  mm (*S. aureus*) both presented susceptibility while that the extract with the lowest susceptibility was AIC99%, showing a variation from  $5.67 \pm 5.13$  mm (*E.coli*) and 0 mm (*S. aureus*) where both presented resistance. The data produced by the ANOVA were evaluated with a significance level of  $\alpha$ : 0.05 where AIC70% had a value of p 0.280, AEC70% p 0.077, AEC99% p 0.006 and AIC99% p 0.120. According to the Tukey test, *E. coli* presented the largest inhibition zones. While *S. aureus* did not present any type of inhibitory effect with 99% ethyl and isoamyl alcohol extracts. In conclusion, good results were obtained based on the reported inhibitory capacity of the ethanolic and isoamyl extracts of the fungus against *E.coli* and *S.aureus*.

**Keywords:** Inhibition, *Pleurotus djamor*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, alcoholic extracts.



## 1.1 **Introducción**

Los hongos contienen todos los grupos lipídicos principales, incluidos ácidos grasos libres, mono y triglicéridos, esteroides, ésteres y fosfolípidos. Numerosas investigaciones han revelado que estos lípidos bioactivos derivados de hongos exhiben una variedad de acciones biológicas. Además de ser una fuente de nutrientes, los hongos también son un aporte natural de antibióticos y antioxidantes. Se ha demostrado que los polisacáridos, glicolípidos y sesquiterpenos de los hongos exhiben propiedades antifúngicas, antivirales y antibacterianas (Illuri R et al., 2022).

Los hongos han sido reconocidos como un poderoso recurso verde de varios compuestos antibacterianos capaces de combatir las enfermedades graves mencionadas anteriormente. Se han convertido en uno de los principales candidatos intrigantes en la búsqueda de medicamentos antibacterianos naturales en las últimas décadas. Tanto los cuerpos fructíferos como el micelio poseen propiedades antioxidantes y sustancias antibacterianas (Sun Y, Hu X, Li W. 2017).

*Pleurotus* es un género de hongos ampliamente distribuido a nivel mundial e incluye especies comestibles de alto valor económico en muchos países, debido a la presencia de vitaminas, minerales, fibra dietética, beta glucanos y compuestos con actividad antioxidante e hipocolesterolémico por lo que los hongos pertenecientes a este género pueden ser utilizados en la industria farmacéutica, alimentaria y en la medicina alternativa. Una especie en particular menos cultivada y conocida, es *Pleurotus djamor* conocida como seta rosa, seta salmón o seta del amor (Cardona, 2023).



*Pleurotus djamor* puede crecer en zonas tropicales y templadas, y su plasticidad fenotípica puede verse reflejada en las diferencias en el color del sombrero y el estípite, habiendo cuerpos fructíferos desde blancos hasta rosa-anaranjado, características que varían dependiendo del sustrato donde crecen, altitud y clima (Velázquez, 2019).

se encontró que cepas de *Pleurotus djamor* pueden producir extractos hexánicos de carpóforos las cuales presentaron un efecto antibacteriano diferencial frente a las bacterias tanto Gram positivas como Gram negativas, las cepas blancas presentaron mayor actividad antibacteriana que los basidiomas de la variedad rosa, desarrollando halos de inhibición con diámetros de 12 a 25.6 mm y de 8.3 a 22.6 mm, para las cepas blancas y rosas respectivamente (Valencia et al., 2020).

Se ha evaluado la actividad antibacteriana en extractos hexánicos de carpóforos de cepas de *Pleurotus djamor* (variedades blanca y rosa) contra las bacterias *Staphylococcus aureus*, *E.coli*, *Enterobacter agglomerans*, *Shigella dysenteriae*, *Yersinia enterocolitica*, *Klebsiella rhinoscleromatis* y *K. pneumoniae* los extractos del hongo *Pleurotus djamor* presentaron mayor actividad bacteriana, desarrollando halos de inhibición con diámetros de  $12\pm 0.5$  a  $25.6 \pm 1.2$  mm y de  $8.3\pm 0.3$  a  $22.6\pm 1.4$  mm, esto resultados nos indica una buena utilidad del hongo en actividades antibacterianas (Corzo D. 2012).

la importancia del estudios de los extractos del hongos *Pleurotus djamor* es buscar alternativas para mitigar la resistencia bacteriana, se ha evidenciado en estudios que los hongos tienen una defensa contra la invasión bacteriana, han desarrollado fuertes antibióticos, que también resultan ser efectivos para los seres humanos, por esta razón el trabajo de investigación se enfocó en buscar actividad antimicrobiana en hongos no



estudiados a profundidad como el *Pleurotus* sp para contrarrestar dichas resistencias infecciosas y así contribuir con la salud y además prevenir la morbilidad de la población (Flores Paucar, G. A. 2017).

### **1. Planteamiento Del Problema**

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS) representan un problema de salud pública a escala mundial; ya que se definen como el síndrome originado por la ingestión de alimentos y/o agua, que contengan agentes etiológicos o sus toxinas, en cantidades suficientes, que afecten la salud del consumidor a nivel individual o colectivo (Angulo L 2020).

Las ETAS son la principal causa de enfermedad y muerte, asociadas a una carga socioeconómica significativa. Un 70% de las diarreas se originan por la ingestión de alimentos contaminados con microorganismos o toxinas. Se han descrito cerca de 250 agentes causantes de ETAS, que incluyen bacterias, virus, hongos, parásitos, priones, toxinas y metales pesados según Zúñiga C. 2017, los principales microorganismos asociados a las ETAS son: *Salmonella* sp, *Campylobacter* sp, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae* y *Staphylococcus aureus* (Fernández S, et al., 2021).

En Colombia, los principales agentes etiológicos identificados en brotes de ETAS desde 2010 fueron *Staphylococcus coagulasa positiva*, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp.; bacterias establecidas en la normativa nacional para los diferentes tipos de alimentos; no obstante, se demostró la presencia de otras bacterias, como *Listeria monocytogenes* (Soto Z, et al., 2016).

En la actualidad, el uso de antibióticos para combatir a los patógenos infecciosos ha contribuido a numerosos avances en la medicina; sin mencionar la aparición de una gran cantidad de organismos resistentes a múltiples antibióticos en los últimos años, lo



que conlleva a la creciente utilización de medicamentos antimicrobianos comercializados en el tratamiento de enfermedades infecciosas, combinados con la capacidad genética de las bacterias para propagarse y conferir resistencia a los tratamientos, lo cual ha puesto en peligro la eficacia de las versiones actuales de antibióticos (Illuri R et al., 2022).

Debido al impacto que han tenido las ETAS en los humanos, se han buscado alternativas para mitigar la problemática de resistencia de las bacterias patógenas a los antibióticos.

Teniendo en cuenta lo anterior, surge un interrogante fundamental para el desarrollo de esta investigación: ¿Qué capacidad de inhibición tiene el hongo *Pleurotus djamor* sobre las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*?



## 2. *Justificación*

Según la (OMS 2020), la resistencia a los antimicrobianos (RAM) surge cuando las bacterias, virus, hongos y parásitos cambian a lo largo del tiempo y dejan de responder a los medicamentos, lo que hace más difícil el tratamiento de las infecciones e incrementa el riesgo de propagación de enfermedades graves y muertes.

Más de 250 enfermedades se transmiten a través de los alimentos y su incidencia ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas por la globalización del mercado de alimentos y los cambios en los hábitos alimenticios. Adicionalmente, este problema se acrecienta con la aparición de nuevas formas de transmisión, en grupos poblacionales vulnerables, y el incremento de la resistencia bacteriana. Las infecciones humanas causadas por agentes patógenos (Ej. *Salmonella* spp., *E. coli* patogénica, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*), las intoxicaciones provocadas por *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, mohos productores de micotoxinas y las toxi-infecciones generadas por *Bacillus cereus*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium perfringens*, entre otros, producen un gran número de muertes a nivel mundial (Palomino et al., 2018).

Lo que condujo a la búsqueda de nuevas sustancias antimicrobianas eficaces contra microorganismos patógenos resistentes a los tratamientos convencionales (Das et al., 2017).

Investigaciones realizadas con algunos hongos que han sido reconocidos como un poderoso recurso de varios compuestos antibacterianos capaces de inhibir a este tipo de bacterias que ocasionan las ETAS (Rivera Moyano, D. M. 2023).



Según el boletín de Prensa No 605 de 2020 del ministerio de salud y protección social el 1 de agosto de 2020, en el país se habían presentado 3.079 casos, siendo los hogares el lugar en el que más brotes ocurrieron (139), seguido de los restaurantes (34); durante 2020 disminuyeron los casos de enfermedades transmitidas por alimentos hasta en un 56 % frente al mismo periodo en 2019.

El mismo informe reveló que el 65 % de los brotes se dio a partir de alimentos, agua, superficies vivas o inertes, según tomas de muestras realizadas. Mientras tanto el agente etiológico más identificado, fue *Staphylococcus aureus*, causante de 10 brotes, seguido de *Coliformes fecales* (9), *Escherichia Coli* (7) y *Salmonella* spp (4) (Elisa M. C, 2020).

El *Pleurotus*, se cultiva comercialmente en todo el mundo como alimento, son hongos comestibles que confieren varias propiedades para la salud; las cepas de este hongo tienen un fuerte efecto de inhibición del estrés oxidativo a nivel del hígado y el cerebro. Aunque ampliamente cultivado por sus propiedades culinarias, los compuestos químicos secretados por el hongo son poco conocidos (Velasco García, 2018).

Según la investigación realizada por (Llluri et al., 2022) los porcentajes de inhibición de la biomasa que presentó el hongo *Pleurotus djamor* osciló entre 54% a una concentración del 10 % (v/v) y 86 % a una concentración del 30 % (v/v) en el día 21 de incubación.

Expuesto lo anterior el presente trabajo investigativo se centra en evaluar el efecto inhibitorio del *Pleurotus djamor* contra bacterias patógenas de interés en las industrias de alimentos y causantes de ETAS, este estudio es de gran importancia para la elaboración de tratamientos nuevos, no convencionales, en la búsquedas de nuevos





antibióticos o actividad antimicrobiana en hongos no estudiados a profundidad con el fin de contrarrestar dichas resistencias antibacteriana y así contribuir con la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos.





### 3. **Objetivos**

#### 1.2 **General**

Evaluar la capacidad de inhibición que tiene el hongo *Pleurotus djamor* contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

#### 1.3 **Específicos**

1. Evaluar la eficacia de los diferentes porcentajes de concentración de los extractos utilizados del *Pleurotus djamor* en la inhibición de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.
2. Determinar los halos de inhibición en bacterias patógenas producidos por los extractos alcohólico-etílico e alcohol isoamílico obtenidos con el hongo *Pleurotus djamor* por medio de la técnica de difusión en discos kirby bauer.
3. Determinar la efectividad del hongo *Pleurotus djamor* contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* utilizando un análisis de varianza ANOVA.



#### **4. Marco Teórico**

##### **1.4 Marco Conceptual**

###### **1.4.1 Enfermedades transmitidas por alimentos**

Según la OMS en 2020, las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAS), se definen como el síndrome originado por la ingestión de alimentos y/o agua, que contengan agentes etiológicos que afecten la salud del consumidor a nivel individual o colectivo. Las ETAS pueden clasificarse en infecciones, intoxicaciones o infecciones mediadas por toxinas. Estas constituyen un importante problema de salud pública debido al incremento en su ocurrencia, nuevas formas de transmisión, el aumento de la resistencia de los patógenos a los antimicrobianos y el impacto socioeconómico que ocasionan (Enfermedades transmitidas por alimentos, S.F).

###### **1.4.2 Factores que contribuyen para que se produzca una ETA.**

Para que ocurra una ETAS, existen factores adicionales a la presencia del agente etiológico o su(s) toxina(s); entre estos factores se encuentran los físicos como temperatura, humedad, tiempo, estos ayudan al crecimiento del microorganismo o la producción de su toxina, el agente patógeno también debe de estar en cantidades suficientes y que sobrepasen su ingesta para que sus toxinas puedan hacer efecto, personas susceptibles como mujeres embarazadas, niños, ancianos o personas inmunocomprometidas (Corredor, 2021).



### **1.4.3 Mecanismos de transmisión de las ETAS.**

Se pueden considerar dos mecanismos de transmisión, el primero ocurre generalmente por contaminación fecal del alimento o inadecuado manejo de este, desde su producción hasta su consumo, mientras que el segundo mecanismo ocurre por la ingesta de alimentos preparados o seleccionados inadecuadamente para el consumo, en los cuales los microorganismos tienen parte del ciclo de vida, en este grupo está principalmente la carne y lácteos (Corredor, 2021).

### **1.4.4 Bacterias patógenas.**

Se les da el nombre de bacterias patógenas de los alimentos a aquellas que pueden causar enfermedades a los seres humanos. Estas se caracterizan por su capacidad de replicarse en su hospedero causando una enfermedad, no alteran la calidad sensorial de los productos, pero sí causan intoxicación alimentaria a través de sus toxinas que algunas de ellas producen dentro del huésped después de la ingestión del alimento contaminado (Bhunja, 2018), (Cortes et al., 2021).

#### *Staphylococcus aureus*

Es una bacteria Gram positiva que tiene forma de coco y tiende a organizarse en grupos que se describen como "similares a uvas". En los medios, estos organismos pueden crecer en hasta un 10 % de sal y las colonias suelen ser doradas o amarillas (*aureus* significa dorado o amarillo). Estos organismos pueden crecer de forma aeróbica o anaeróbica (facultativa) y a temperaturas entre 18° C y 40° C (Taylor, T. A., & Unakal, C. G. 2021).



Se puede encontrar en el aire, agua, maquinarias y superficies de la industria alimentaria, también dice que se puede encontrar en la piel, cabello, fosas nasales, yema de los dedos, garganta y tracto intestinal (Ponce Porras, G. A. 2019)

### **Incidencia en los alimentos.**

Se encuentra principalmente en productos relacionados con la panadería (productos con rellenos), carnes cocidas como jamón, mariscos y otros platos preparados, tiene una alta probabilidad de hallarse en productos guardados por un periodo largo antes de su consumo (Ponce Porras, G. A. 2019).

*Staphylococcus aureus*, es uno de los patógenos con mayor frecuencia en las toxiinfecciones alimentarias por su capacidad de producir enterotoxinas (Taus et al., 2020).

#### *Escherichia coli.*

Presenta citoplasma de morfología simple, rodeado de membrana citoplasmática, la cual está delimitada por una pared celular compleja y una membrana externa, presenta ribosomas, fimbrias, flagelos para la locomoción y solo algunos tipos de cepas presentan cápsula. Generalmente son anaerobios facultativos, cocobacilos, Gram negativos de 1,5  $\mu\text{m}$  de diámetro por 2,0-6,0  $\mu\text{m}$  de longitud, agrupados en parejas o solos. Pueden ser aerobio o anaerobio facultativo presentando un metabolismo tanto respiratorio como fermentativo. Esta bacteria se encuentra comúnmente en la microflora del intestino del hombre y de animales de sangre caliente (Ochoa Quispe, L., & Paco Apaza, J. L. 2021).



## **Incidencia en alimentos.**

La bacteria *Escherichia coli* es uno de los principales contaminantes de alimentos por el mal uso o la falta de conocimiento en el momento de procesamiento de alimentos como, aguas no tratadas en el riego o su mala manipulación, provocando fuertes problemas gastrointestinales, principalmente en ancianos y niños (Ochoa Quispe, L., & Paco Apaza, J. L. 2021).

### **1.4.5 Resistencia antimicrobiana.**

La resistencia a los antimicrobianos pone en duda la eficacia de prevención y tratamiento relativas a una gama cada vez más amplia de infecciones causadas por bacterias, parásitos, virus y hongos (OMS 2022).

El problema de la resistencia es un asunto no solo de las bacterias, sino que también está inmerso dentro de un contexto social, económico y político, que ha llevado a la falta de las medidas implementadas para su control. Las bacterias se adaptan a las condiciones en las que se encuentren, el uso exagerado de antibióticos ha favorecido el ambiente ideal para el desarrollo de resistencia (Vanegas-Múnera, J. M., & Jiménez-Quiceno, J. N. 2020).

### **1.4.6 Prueba de sensibilidad de antimicrobianos.**

Las pruebas de sensibilidad tienen como objetivo evaluar la respuesta a uno o varios antimicrobianos, lo cual es de gran ayuda para verificar la capacidad del antibiótico como inhibidor del crecimiento bacteriano (Flores Paucar, G. A. 2017).



## **Actividad antimicrobiana y sus concentraciones para determinar su inhibición.**

Para determinar qué tan efectivo es un antimicrobiano, se estudian y evalúan las concentraciones. A continuación, se describen las concentraciones para determinar el nivel de inhibición:

**CONCENTRACIÓN MÍNIMA INHIBITORIA (CMI):** es la concentración mínima del antimicrobiano que inhibe el crecimiento bacteriano.

**CONCENTRACIÓN BACTERICIDA (CMB):** concentración mínima de antimicrobiano capaz de matar el 99.9 % de la población bacteriana.

**CONCENTRACIÓN MÍNIMA ANTIBIÓTICA (CMA):** es la mínima concentración de antimicrobiano capaz de producir alteración morfológica o en la estructura de la bacteria (Flores Paucar, G. A. 2017).

### ***1.4.7 Tipo de resistencia microbiana.***

La resistencia de un organismo se puede definir como innata (intrínseca) o adquirida (extrínseca), la resistencia innata es donde hay microorganismos que pueden ser resistentes a ciertos antibióticos porque sus mecanismos celulares para la susceptibilidad antibiótica están ausentes en la célula (debida a la inexistencia de una diana adecuada para que los antibióticos actúen). Mientras que la resistencia adquirida es un fenómeno que surge como consecuencia de variaciones inducidas en la dotación genética de los microorganismos, por lo tanto, la adquisición de resistencia en bacterias previamente sensibles se debe las posibilidades de mutación y de intercambio genético (Ochoa Quispe, L., & Paco Apaza, J. L. 2021).



#### 1.4.8 *Pleurotus* sp

El hongo *Pleurotus*, a veces conocidos como hongos ostra, son lignocelulósicos y son los más cultivados y consumidos es una especie tropical y subtropical de amplia distribución, que puede crecer a temperaturas de hasta 30 °C, desarrollando cuerpos fructíferos en 1-2 semanas después de la propagación del micelio, por lo que se recomienda cultivarlo en regiones tropicales (Vega A, et al 2022).

El sustrato es un factor importante en el cultivo de hongos comestibles, ya que influye directamente en la productividad, composición química, características funcionales y sensoriales de los hongos. *Pleurotus* a menudo se cultiva en arroz, trigo y paja de algodón (Vega A, et al 2022).

**Clasificación taxonomía de *Pleurotus djamor*. Ver tabla 1.**

**Tabla 1.**

*Clasificación taxonómica del género *Pleurotus djamor*.*

<b>Reino</b>	<b>División</b>
<b>División</b>	Eumycota
<b>Subdivision</b>	Basidiomycota
<b>Clase</b>	Homobasidiomycetes
<b>Orden</b>	Agaricales
<b>Familia</b>	<i>Pleurotaceae</i>





<b>Genero</b>	<i>Pleurotus</i>
<b>Especie</b>	<i>Djamor</i>

*Nota.* Esta tabla presenta la clasificación taxonómica del hongo en estudio.

Fuente: Naranjo M & Porro F (2021).

#### **1.4.9 Propiedades medicinales y antibacteriana.**

Las propiedades medicinales se han detectado en los esporomas, el micelio e incluso en el medio de cultivo derivado del crecimiento micelial. Estas propiedades han sido ampliamente documentadas; en el caso de *P. djamor* se han reportado compuestos bioactivos con propiedades anticancerígena, inmunomoduladora, antibiótica (antimicrobianas, antiviral, antifúngica), antiparasitaria, antioxidante, antiinflamatoria, antidiabética, antilipidémica y hepaprotectora (Salmones, D 2017)

El hongo *Pleurotus* aparte de ser comestible se ha desarrollado produciendo compuestos antibióticos u tóxicos para combatir microorganismos como bacterias, levaduras o hasta otros tipos de hongos. La producción de este tipo de compuestos se da en hongos en condiciones desfavorables es decir en condiciones de estrés. Los compuestos terpénicos que tiene esta acción y en mayor porcentaje son los sesquiterpenos teniendo propiedades bactericidas, especialmente el 3-hidroxi-metilglutaril CoA (Mena, Y. C et al., 2021).



## 1.5 Antecedentes

Suresh et al., 2017 evaluó la actividad de *Pleurotus djamor* mediante extracción con extracto metanólico que muestra actividad máxima contra *Vibrio cholera* y *Pseudomonas putida* y actividad mínima observada en neumonía por *Klebsiella*. También se midió la eficiencia biológica en la cual se examinó el extracto metanólico de *Pleurotus djamor* frente a patógenos humanos Gram positivos y Gram negativos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas putida*, *Vibrio cholera* y neumonía por *Klebsiella*. El extracto mostró la máxima inhibición en organismos Gram negativos como *Vibrio cholera* (12 mm) *Escherichia coli* (12 mm) y *Pseudomonas putida* (11 mm) mientras que en *Staphylococcus aureus* (11 mm). De ahí el hongo ostra rosa el cultivo puede recomendarse para la población rural y los cultivadores de hongos ostra.

Dulay et al., 2017 en su trabajo titulado “Actividades antioxidantes y antibacterianas de los extractos de acetonitrilo y hexano de *Lentinus tigrinus* y *Pleurotus djamor*” Los extractos de cuerpos fructíferos de hongos se obtuvieron utilizando disolventes de hexano y acetonitrilo; los extractos de acetonitrilo de ambos hongos exhibieron actividades biológicas más altas que los extractos de hexano. Obtuvieron que el extracto de acetonitrilo del *P. djamor* tenía una actividad depuradora del 32,8 % (valor de CE50 de 762,19 mg/l), contenía 982 mg de AAE/g de fenoles totales de muestra e inhibió el crecimiento de *S. aureus* con una zona de inhibición de 9,37mm de diámetro. El extracto de acetonitrilo de *L. tigrinus* tenía una actividad de eliminación de radicales del 39,2 % valor EC50 de 637,75 mg/l), contenía 451 mg de AAE (equivalente de ácido ascórbico)/g de fenoles totales de muestra y mostraba una zona de inhibición de 9,48 mm de diámetro frente a *Staphylococcus aureus*.



López B et al., 2018 analiza la actividad biológica de *Pleurotus ostreatus*, como inhibidor del crecimiento de bacterias utilizando pruebas in vitro de CMI, IC50 e IC90 con ayuda la espectrofotometría de absorción, e inhibición de crecimiento de los extractos (Hexano, Acetato de Etilo, Cloroformo, Acetona y Metanol) de la seta sobre los agentes infecciosos mencionados, estos extractos se someten a análisis por la técnica cromatografía de gases acoplada a masas (CG/MS) para determinar los compuestos responsables de la actividad antibacteriana. En los resultados obtenidos se evidencia que las fracciones evaluadas muestran especial grado de inhibición en *E. coli*, su crecimiento con las fracciones de hexano, cloroformo y acetona se ve disminuido.

Caro Miranda V, (2021) evaluó el potencial antagónico de los microorganismos asociados con la borra de café producida en la Universidad EAFIT (Medellín), sobre el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*, con la finalidad de aprovechar su reutilización como sustrato en el cultivo de hongos comestibles; Se recolectaron muestras del sustrato antes y después de esterilizar para la realización de los experimentos utilizando técnicas microbiológicas estándar, para evaluar el crecimiento e inhibición del hongo *Pleurotus* sp. in vitro en presencia de los microorganismos obtenidos a partir del proceso de aislamiento. El porcentaje de inhibición se obtuvo que el hongo tuvo una disminución de su crecimiento con respecto al control.

Colmenares et al., 2021 evaluó y comparó el efecto letal *in vitro* del extracto hidroalcohólico del sustrato gastado de *Pleurotus djamor* ECS-123, obtenido a los 15 días de colonización (SPS) y al primero (SPS1) y segundo (SPS2 ) cosechas, contra larvas infectivas L3 de *Haemonchus contortus*; obtuvieron que los resultados de la evaluación *in vitro* de los extractos hidroalcohólicos del sustrato gastado de *P. djamor* a diferentes concentraciones (40, 20, 10, 5, 2.5, 1.25 mg/mL) contra larvas (L3) de *H.*



*contortus* después de 72 h de exposición a una concentración de 40 mg/mL se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los porcentajes de mortalidad de los extractos hidroalcohólicos de SPS1 y SPS2, con valores de 14.73 y 8.57 %, respectivamente, en comparación con los del extracto sustrato estéril.

Lluri et al., 2022 evaluaron las características fitoquímicas, la actividad antibacteriana y la citotoxicidad de las células MCF7 en dos *Pleurotus* spp; la actividad antibacteriana mediante un ensayo de difusión y los extractos de micelio se obtuvieron a partir de extractos de diclorometano y sus las características biofísicas se analizan mediante espectro UV-vis y análisis FTIR. Obtuvieron que los extractos de micelio de *Pleurotus djamor* y *Pleurotus florida* exhibieron un efecto antimicrobiano significativo sobre los patógenos bacterianos y fúngicos probados. *Pleurotus djamor* y *Pleurotus florida* tuvieron un impacto inhibitorio del 55,72 % y 64,47 % por ciento a 125 µg/mL, respectivamente.

## 1.6 Marco Legal (norma)

Principales normas que fundamentan el lineamiento de Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Ver tabla 2.

**Tabla 2.**

*Principales normas que fundamentan el lineamiento de Enfermedades Transmitidas por Alimentos.*

Norma	Objetivo
<b>Referentes Internacionales</b>	
<b>Reglamento Sanitario Internacional (RSI)</b>	Cuya finalidad es prevenir la propagación internacional de enfermedades, controlar y dar respuesta en salud pública. Obliga a los países a reforzar la vigilancia y respuesta en salud para detectar riesgos en salud.



<b>Objetivos de desarrollo sostenible (ODS),</b>	<p>Objetivo 3: Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.</p> <p>Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.</p>
<b>Normas Nacionales</b>	
<b>Ley 9 de 1979</b>	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias
<b>Resolución 2115 de 2007</b>	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
<b>Resolución 1841 de 2013</b>	Por la cual se adopta el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021
<b>Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021</b>	El cual establece acciones en 8.4.3.3. Inocuidad y calidad de los alimentos y 8.6. Dimensión Vida saludable libre de enfermedades transmisibles.
<b>Resolución 2674 de 2013</b>	La cual establece los requisitos sanitarios que se deben cumplir para las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas.
<b>Resolución 1229 de 2013</b>	Por la cual se establece el modelo de inspección, vigilancia y control sanitario para los productos de uso y consumo humano.
<b>Ley Estatutaria 1751 de 2015</b>	Por medio de la cual se regula el derecho fundamental a la salud y se dictan otras disposiciones.
<b>Decreto 780 de 2016</b>	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Salud y Protección Social

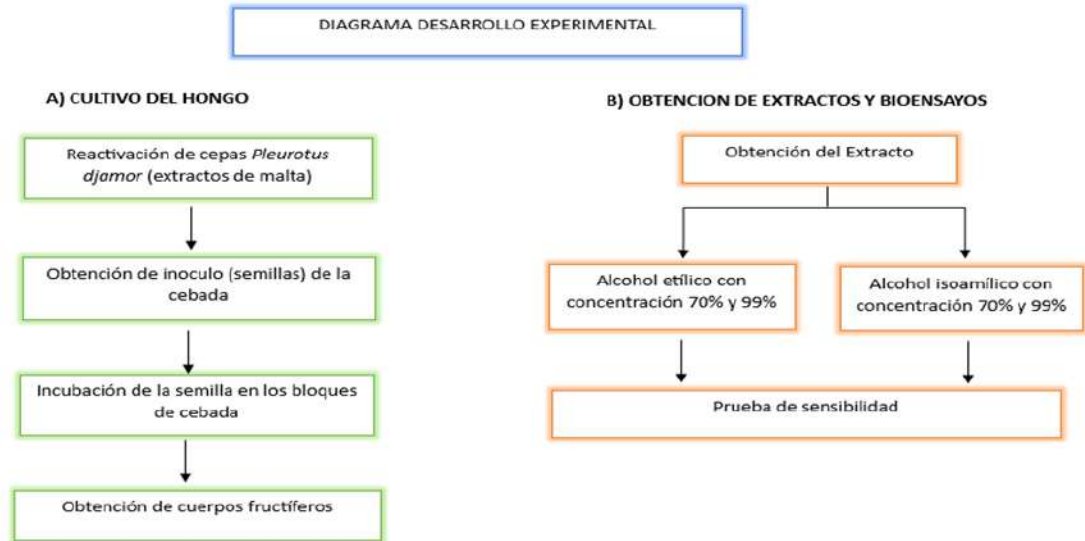
*Nota.* En esta tabla se encuentran las normas que rigen las enfermedades transmitidas por alimentos. Fuente: (Subdirección de Enfermedades Transmisibles, Dirección Promoción y Prevención Ministerio de Salud y Protección Social.,2020).



## 5. Metodología

Figura 1.

Diagrama del desarrollo experimental.



Nota. En esta figura 1 se encuentra un resumen de la metodología realizada

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

### 1.7 Localización

El trabajo se realizó en la empresa Quick and Tasty (Rápidos y Sabrosos) de Colombia S.A. ubicado en la vía Cali- Candelaria, Cavasa, Bodega 5 departamento Valle del Cauca.

Figura 2.

Ubicación geográfica del estudio





*Nota.* Ubicación geográfica del laboratorio Quick and Tasty. Fuente: Google maps.

### **1.8 Tipo De Estudio Y Línea De Investigación**

El presente estudio cuenta con un diseño de enfoque cualitativo, tipo experimental, de corte transversal, enmarcado en la línea de investigación de bioprospección del programa de Microbiología de la Universidad Popular del Cesar.

### **1.9 Universo y población.**

El Universo estuvo constituido por 2 cepas de una colección de cultivos del laboratorio de la empresa Quick and Tasty ubicada en candelaria Valle del Cauca.

### **1.10 Hipótesis nula o alternativa**

Todas las medidas de los halos de inhibición son iguales y las concentraciones de los extractos no tienen un nivel de confianza iguales por lo tanto no es posible evaluar su efectividad en las bacterias evaluadas.

### **1.11 Diseño metodológico**

### **1.12 Obtención de la cepa de *Pleurotus djamor*.**

La cepa de hongo *Pleurotus djamor* se obtuvo de un cultivo en el laboratorio de microbiología de la planta Quick and Tasty (Rápidos y Sabrosos) de Colombia S.A. Candelaria, Valle del Cauca.

La metodología se basó en la realizada por Mena, Y. C et al., (2021) modificando el método de extracción de los extractos, la maceración y las concentraciones de los diferentes alcoholes (etílico e isoamílico).





### 1.12.1 **Obtención de semillas de *Pleurotus djamor* a base de extracto de malta**

Para obtener el inóculo en grano se realizó en base al método modificado realizado por Cruz. A, (2011). Se utilizó cebada de trigo posteriormente lavada, y se dejó en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, luego se drenó para eliminar el exceso de agua, y se colocó 2000 g de cebada en bolsas plásticas transparentes y se esterilizó en autoclave a 121°C a una presión de 15 lb durante 60 minutos. Después de ser esterilizado y enfriado a temperatura ambiente, se tomó 10 ml de la cepa cultivada previamente en el sustrato de malta y se inyectó en las bolsas plásticas selladas, para posteriormente incubarlo en un lugar oscuro, limpio y seco evitando su contaminación a temperatura ambiente durante 20 días hasta la invasión total del micelio ver figura 3, figura 4 y figura 5.

#### **Figura 3.**

*Semilla de incubación.*



*Nota.* Evidencia fotográfica del procedimiento de semillas en incubación.

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).





**Figura 4.**

*Extracto de malta con el hongo Pleurotus djamor.*



*Nota.* Evidencia fotográfica del procedimiento del hongo en extracto de malta.

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

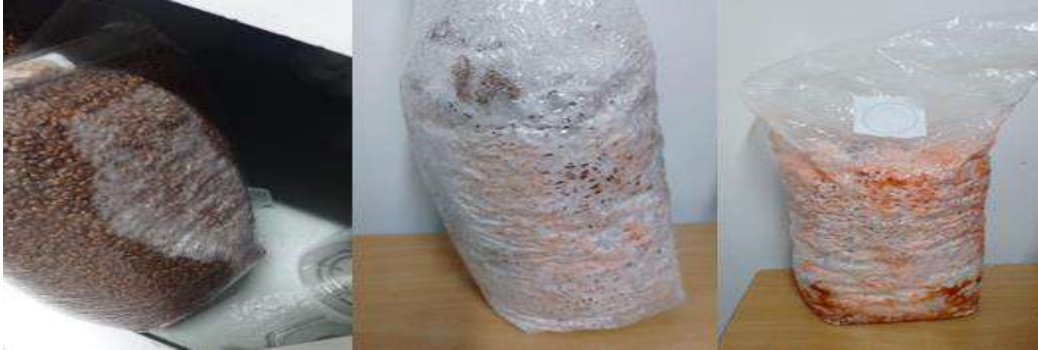
### **1.12.2 Obtención de cuerpos fructíferos**

Luego de la obtención de las semillas, se procedió a ajustar las bolsas comprimiendo y perforando las bolsas para permitir el intercambio gaseoso manteniéndose en incubación hasta que el cuerpo fructífero creciera; se realizaron varias réplicas (ver figura 5). En el tiempo de incubación se llevó a cabo observaciones periódicas para ver su crecimiento. Se colocaron en un lugar con poca ventilación y humedad adecuada, a una temperatura de 25 a 30° C, con el objetivo de ayudar a la formación de los cuerpos fructíferos. Ver figura 6 y figura 11.



**Figura 5.**

*Seguimiento de la colonización del micelio a los 7, 16 y 20.*

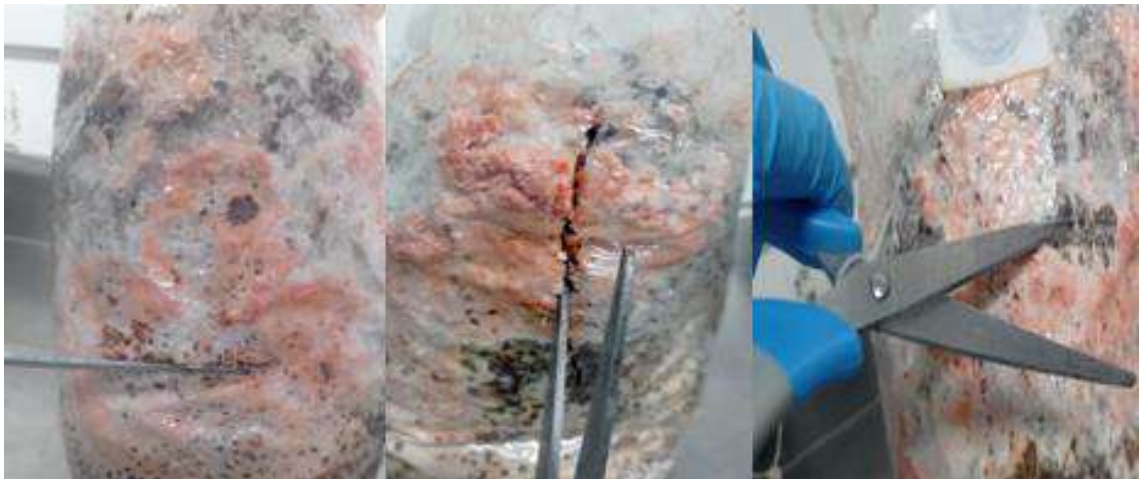


*Nota.* Evidencia fotográfica del procedimiento de la colonización del hongo.

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

**Figura 6.**

*Perforación de la bolsa para el crecimiento del cuerpo fructífero.*



*Nota.* Evidencia fotográfica del procedimiento de rotura de bolsa. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).



### **1.12.3 Siembra en medio YGC (agar extracto de levadura-glucosa-cloranfenicol).**

El hongo se sembró en el medio de cultivo YGC por triplicado a una temperatura de 25°C en una incubadora, se realizó la caracterización macroscópicas y microscópicas, empleando la técnica con azul de lactofenol.

### **1.12.4 Maceración y obtención de extracto alcohol etílico y alcohol isoamílico en diferentes concentraciones.**

Para la maceración y obtención del extracto alcohol etílico e isoamílico se utilizó la técnica realizada por Flores Paucar, G. A. (2017).

Se lavó el hongo con agua purificada para su limpieza, se pesó 60g, después se trituró en pequeños fragmentos que facilitaron su extracción y se procedió a medir un volumen de 120 mL de alcohol etílico e isoamílico para cada frasco con diferentes concentraciones de 70 % y 99 % en cada frasco estéril, y se agregó el hongo previamente triturado y pesado en cada uno de los frascos; se dejó en reposo por 8 días en la oscuridad y se agitó gradualmente de 20 a 30 minutos diarios para obtener los extractos alcohólicos; pasado los 8 días se procedió a filtrar. Ver figura 7 y figura 8.



**Figura 7.**

*Toma del cuerpo fructífero, pesaje y lavado con agua purificada.*



*Nota.* Evidencia fotográfica del procedimiento de pesaje y lavado del cuerpo fructífero del hongo. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

**Figura 8.**

*Maceración del hongo con los diferentes alcoholes y concentraciones.*



*Nota.* Evidencia fotográfica del procedimiento de maceración del hongo a diferentes concentraciones. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

### **1.12.5 Microorganismos**

Las cepas bacterianas se obtuvieron de un laboratorio externo privado. Su almacenamiento se realizó en una nevera a una temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  para su posterior utilización (López Bran, J. D., et al., 2018).



Para la determinación de la actividad antibacteriana se utilizaron bacterias Gram positivas como; *Staphylococcus aureus* y bacterias Gram negativas como *Escherichia coli*.

### **1.12.6 Preparación de medios de cultivos**

Para la evaluación de inhibición se utilizó Agar Mueller – Hinton; el cual se preparó a partir de las especificaciones del fabricante. Se realizó en un frasco schott y se llevó a autoclavar por 15 min a 120° C, después se vertió ligeramente tibio en las placas Petri de plástico; una vez vertida en la placa se dejó enfriar al interior de la cámara de flujo laminar por un tiempo de 15 -20 minutos, después las cajas se dejaron rotuladas y almacenaron en refrigeración de 0 a 4°C para análisis microbiológicos posteriores (Cruz. A, 2011).

### **1.12.7 Reactivación, preparación y siembra de los microorganismos**

Flores Paucar, G. A. (2017). Se inició con la reactivación de microorganismos monitores o de control, a partir de los cultivos en el medio Mueller Hinton agarizado. Se tocó la cepa por arriba con un hisopo y se sembró en caldo nutritivo cerebro corazón por cada bacteria.

Se realizó la estandarización del inóculo de forma visual, se comparó el inóculo suspendido en solución salina con el estándar McFarland, hasta que alcanzo la turbidez estándar de 0,5; dicha solución salina estéril (0,9 %) quedo a una turbidez estándar de  $1,5 \times 10^8$  UFC en la escala de McFarland.

Después de ajustar la turbidez del inóculo, se introdujo un hisopo estéril en la solución, el palillo del hisopo se retiró eliminando el exceso de líquido presionándolo contra la



pared interna del tubo sobre el nivel del líquido. Se inocularon en la superficie de la placa con Mueller Hinton, el procedimiento se repitió por triplicado.

### **1.13 Ensayo de sensibilidad**

#### **1.13.1 Actividad bactericida, preparación y siembra de controles**

Flores Paucar, G. A. (2017). Los ensayos de actividad antibacteriana se llevaron a cabo por triplicado para cada microorganismo monitor. Para bacterias se utilizó agar Mueller Hinton. Se utilizó cloranfenicol 30  $\mu\text{g}$  como controles positivos para la inhibición de las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Una vez preparado y sembrado el inóculo microbiano, con la ayuda de una pinza estéril se colocó sobre la superficie del agar discos de papel filtros estériles de 5 mm de diámetro; impregnados con 15  $\mu\text{L}$  de los extractos alcohólicos diluidos con sus respectivas concentraciones, luego se presionó con una pinza estéril suavemente sobre el disco, asegurando de esta manera un contacto completo con la superficie del medio de cultivo.

Los discos se dejaron secar en el agar por 10 minutos en la cámara de flujo laminar, transcurridos los 10 minutos, se incubaron las placas en posición invertida a 35°C durante 24 horas.

Luego cumplido las 24 horas se examinó cada placa y con la ayuda de una regla se midieron los diámetros de halos de inhibición de cada disco (El efecto antimicrobiano de los controles será evidenciado por la aparición y medición de halos de inhibición en los puntos de aplicación).





La expresión de resultados estará en función del diámetro alcanzado lo que permitirá establecer si la bacteria monitor es Resistente – Intermedio o Sensible al extracto diluido.

Cada ensayo se realizó por triplicado y los datos se analizaron con un ANOVA para detectar diferencias entre los halos obtenidos por los extractos de las cepas de *Pleurotus djamor*, así como, entre el efecto inhibitorio provocados en las bacterias utilizadas. Para identificar diferencias estadísticas entre los extractos alcohólicos y bacterias se utilizó la prueba, a posteriori, de comparación de medias de Turkey (Cruz. A, 2011).



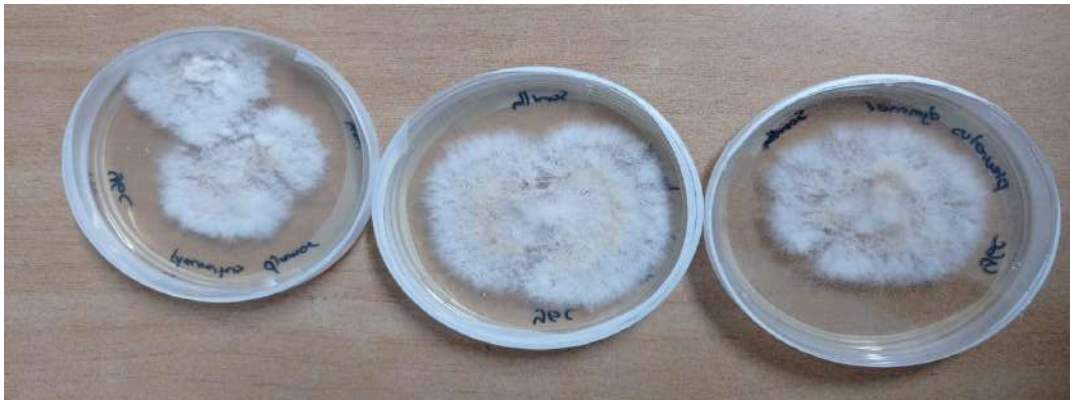
## 6. Resultados y Discusión

### 1.14 Características miceliales del hongo

Las características de la cepa de *Pleurotus djamor* se registraron a los 8 días de crecimiento, el micelio presentó coloración blanca con anillo interno de color amarillo con bordes irregulares, además de una densidad abundante con una textura algodonosa. Ver figura 9.

#### Figura 9.

características macroscópicas del micelio de *Pleurotus djamor*.



Nota. Evidencia fotográfica de las características macroscópicas del hongo.

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

Ver figura 10 para visualizar las características microscópicas.

#### Figura 10.

características microscópicas del micelio de *Pleurotus djamor*.







*Nota.* Evidencia fotográfica de las características microscópicas del hongo.

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

### **Características morfológicas**

Los sombreros tienen forma de abanico, son convexos o planos de color rosa;  
Las hifas de los hongos son inicialmente blancas pero adquieren un tono rosado con el tiempo. Ver figura 11.

#### **Figura 11.**

*Características morfológicas del cuerpo fructífero del Pleurotus djamor*



*Nota.* Evidencia fotográfica de las características morfológicas del hongo.

Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023)



Ver figura 12 para visualizar los extractos obtenidos de los diferentes alcoholes.

### Figura 12.

*Extractos de alcohol etílico e isoamílico a concentraciones de 70 % y 99 %*



*Nota.* Extractos de alcohol etílico e isoamílico a concentraciones de 70 % y 99 %, después de 8 días de incubación y previamente filtrados. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

#### 1.15 Prueba de sensibilidad

La prueba de sensibilidad antibacteriana se realizó con los extractos de alcohol etílico y alcohol isoamílico en sus diferentes concentraciones. En la tabla 3 se presentan los valores de los halos (mm) obtenidos por la inhibición del crecimiento de bacterias Gram positivas y Gram negativas a una concentración del 70 % mientras que en la tabla 4 una concentración del 99 % generados por la aplicación de los extractos de los cuerpos fructíferos de *Pleurotus djamor*.



**Tabla 3.**

*Diámetro de los halos de inhibición y su promedio de crecimiento, presentados por las bacterias al entrar en contacto con los extractos alcohol etílico y alcohol isoamílico con concentración al 70 % de las cepas de *Pleurotus djamor*.*

<b>Extractos alcohol etílico y alcohol isoamílico al 70 %</b>			
<b>Halos de inhibición (mm)</b>			
<b>cepas</b>	<b>CONTROL</b>	<b>AEC70 %</b>	<b>AIC70 %</b>
	<b>C</b>		
<b>Gram negativo</b>			
<i>E. coli</i>	25,0 mm	11,0	35,0
		15,0	44,0
		10,0	33,0
		<b>Promedio de inhibición</b>	12,0
<b>Gram positivo</b>			
<i>Staphylococcus aureus</i>	30,0 mm	10,0	42,0
		-	10,0
		-	23,0
		<b>Promedio de inhibición</b>	3,3



\* CONTROL C: cloranfenicol, AEC70: alcohol etílico concentrado al 70 %, AIC70: alcohol isoamílico concentrado al 70 %.

\*\*Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023)

*Nota.* Ver el análisis de los datos de la tabla 3 se hace usando el criterio de clasificación de las bacterias con base a su resistencia microbiana: la bacteria será **Resistente** cuando el halo de inhibición es  $\leq 12$ mm; la bacteria tendrá una **Susceptibilidad Intermedia** cuando el halo de inhibición es de 13 – 17mm; y **Susceptible** cuando el halo de inhibición es  $\geq 18$ mm. (Cruz. A, 2011) (Prescott y Harley, 2002).

Los datos de la tabla 3, muestran que la bacteria *E. coli* presento resistencia con el extracto AEC70 en donde se evidencio un promedio de halo de inhibición de 12,0 mm también se evidencio que la bacteria *E. coli* presento susceptibilidad con extracto de AIC70 con un promedio de halo de inhibición de 37,3 mm.

La bacteria *S. aureus* presento resistencia del extracto etanólico a una concentración del 70 % con un promedio de halo de inhibición de 5mm, y en el extracto con alcohol isoamílico a una concentración del 70 % presento susceptibilidad con un halo de inhibición de 26 mm.

Estos datos de la susceptibilidad de *S. aureus* concuerda con los datos obtenidos de García G et al 2012 con respecto al extracto de hongos que obtuvieron los mayores halos de inhibición, presentó valores substanciales en las cepas bacterianas de *S. aureus*; también presentaron halos de inhibición altos (entre 35 y 40.6 mm) para la bacteria *S. aureus*. Cabe resaltar que estos extractos obtenidos de García G. Et al.



(2012) son etanolicos con una concentración AEC70 % en donde se contradice ya que nuestros resultados no son favorables en cuanto a su inhibición.

En otro estudio de Cruz A. (2011) la prueba de sensibilidad antibacteriana se realizó sólo con los extractos metanólicos en donde muestran que las bacterias *S. aureus* 1, *S. aureus* 2, presentaron resistencia frente al extracto metánolico con un halo de inhibición de 9mm, 10mm, siendo esta resistente.

**Tabla 4.**

*Diámetro de los halos de inhibición y su promedio de crecimiento, presentados por las bacterias al entrar en contacto con los extractos alcohol etílico y alcohol isoamílico con concentración al 99 % de las cepas de Pleurotus djamor.*

<b>Extractos alcohol etílico y alcohol isoamílico al 99 %</b>			
<b>Halos de inhibición (mm)</b>			
<b>Cepas</b>	<b>CONTROL</b>	<b>AEC99 %</b>	<b>AIC99 %</b>
	<b>C</b>		
<b>Gram negativo</b>			
<i>E. coli</i>	25,0 mm	35,0	10,0
		25,0	0
		18,0	7,0
		<b>Promedio de inhibición</b>	26,0
<b>Gram positivo</b>			



<i>Staphylococcus aureus</i>	30,0 mm	0	0
		0	0
		0	0
		0	0
<b>Promedio de inhibición</b>		0	0
* CONTROL C: cloranfenicol, AEC99: alcohol etílico concentrado al 99 %, AIC99: alcohol isoamílico concentrado al 99 %.			
** <b>Fuente:</b> (Amaris & Guerrero, 2023)			

*Nota.* Ver el análisis de los datos de la tabla 4 se hace usando el criterio de clasificación de las bacterias con base a su resistencia microbiana: la bacteria será **Resistente** cuando el halo de inhibición es  $\leq 12$ mm; la bacteria tendrá una **Susceptibilidad Intermedia** cuando el halo de inhibición es de 13 – 17mm; y **Susceptible** cuando el halo de inhibición es  $\geq 18$ mm. (Cruz. A, 2011) (Prescott y Harley, 2002).

Los datos de la tabla 4 muestran que la bacteria *E. coli* presento susceptibilidad con el extracto AEC99 con un promedio de halo de inhibición de 26,0 mm mientras que con el extracto AIC99 presento resistencia con un promedio de halo de inhibición de 10,0mm.

*S. aureus* presento resistencia en las concentraciones al 99 % tanto de alcohol isoamílico como de alcohol etílico en donde no se evidencio inhibición por parte de los extractos. Para los resultados obtenidos en la no eficacia de inhibición de algunos



extractos concordamos con los resultados obtenidos por Méndez. M. et al (2017) en donde sus resultados de los antibiogramas que se realizaron con las diversas concentraciones de cada extracto, muestran halos de inhibición de diámetros con un rango de 0.6 a 0.8 cm, o la ausencia total de inhibición bacteriana Gram positivas y Gram negativas, los reportes con actividad antibacteriana para macromicetos de éste género mencionan inhibición bacteriana de relevancia, al ser cepas de hongo híbridas, por lo que se puede atribuir que los resultados obtenidos no coincidan con la literatura reportada.

Si bien el alcohol isoamilico no está presente en muchos estudios de inhibición bacteriana, ni su utilización como un extracto, podemos observar en este trabajo que su efectividad como extractante del hongo *Pleurotus djamor* ante la inhibición de bacterias Gram positivas y Gram negativas fueron positivos y según Lizcano-R et al (2008). Al analizar los resultados de los diferentes ensayos se observó que el extracto etanólico de *Passiflora manicata* presentó mayor actividad antimicrobiana frente a *E. coli*, razón por la cual se seleccionó para fraccionar el extracto crudo utilizando como alcohol isoamilico, lo que demostró que la fase acuosa fue la de mayor efecto inhibitorio frente a todos los microorganismos evaluados; y el alcohol isoamilico permitió validar a la fase acuosa como la responsable del principio activo con potencial antimicrobiano.

Este alcohol se utiliza como solvente, aunque en este caso se utilizó como un soluto ya que se agregó el hongo a concentración del 99 % y 70 %; el solvente que se trabajó en la concentración fue agua destilada estéril. Cabe resalta que la utilización de este alcohol como un extracto es un estudio nuevo ya que no se ha encontrado literaturas con este tipo de extractos para evaluación de actividad antimicrobiana.

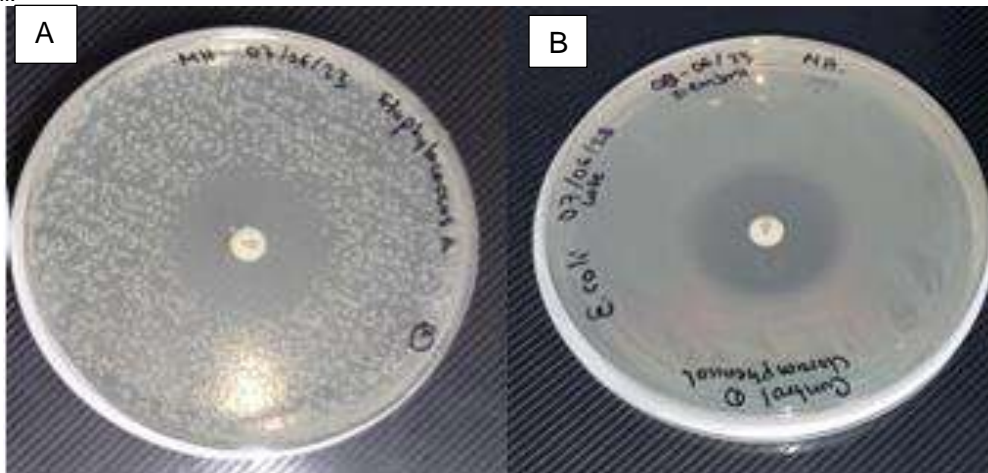




Cabe mencionar que se utilizaron sensibilizadores de cloranfenicol 30  $\mu\text{g}$  como controles positivos, obteniendo un intervalo de halos de inhibición de 25,0-30,0 mm, situación por la cual se considera que todas las bacterias ATCC utilizadas en este estudio fueron sensibles al cloranfenicol, esto concuerda con lo expresado por Aguilar. G. et al, (2012) en donde su estudio de inhibición dio como resultado en su control positivo un intervalo de halos de inhibición de 27,3-42,6 mm, situación por la cual se considera que todas las bacterias utilizadas en su estudio fueron sensibles al cloranfenicol (ver figura 13, figura 14, figura 15, figura 16 y figura 17).

**Figura 13.**

Placas antibiograma agar Müller Hilton. Figura a). control de disco con cloranfenicol al 30 $\mu\text{g}$  con la bacteria *Staphylococcus aureus*. Figura b). control de disco con cloranfenicol al 30 $\mu\text{g}$  con la bacteria *E. coli*.



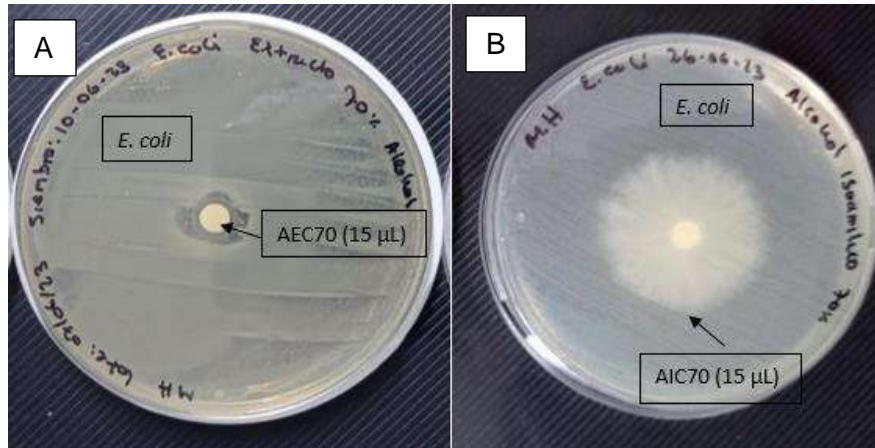
Nota. Evidencia fotográfica del control de disco con cloranfenicol al 30 $\mu\text{g}$  para las bacterias *E. coli* y *Staphylococcus aureus*. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).





**Figura 14.**

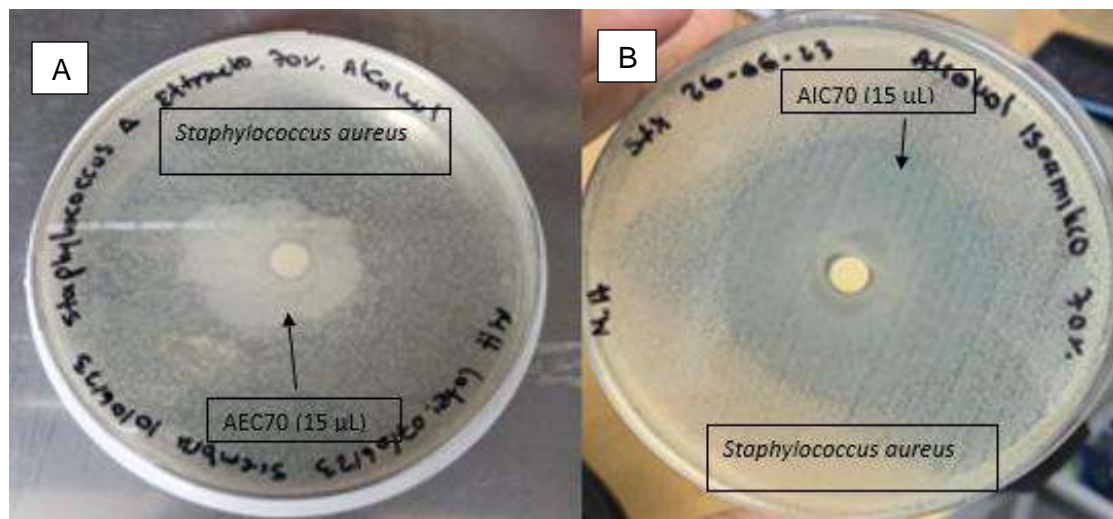
Placas antibiograma agar Müller Hilton. En la figura a). bacteria *E. coli* con el disco de AEC70 de 15  $\mu$ L. Figura b). bacteria *E. coli* con el disco de AIC70 de 15  $\mu$ L.



Nota. Evidencia fotográfica de las placas con antibiograma de la bacteria *E. coli* con AEC70 y AIC70. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

**Figura 15.**

Placas antibiograma agar Müller Hilton. En la figura a). bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AEC70 de 15  $\mu$ L. Figura b). bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AIC70 de 15  $\mu$ L.

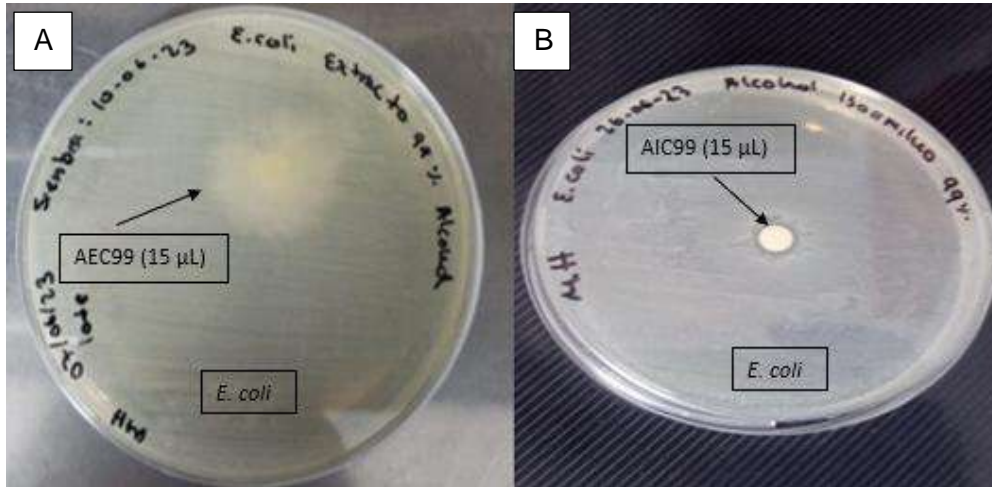


Nota. Evidencia fotográfica de las placas con antibiograma de la bacteria *Staphylococcus aureus* con AEC70 y AIC70. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).



**Figura 16.**

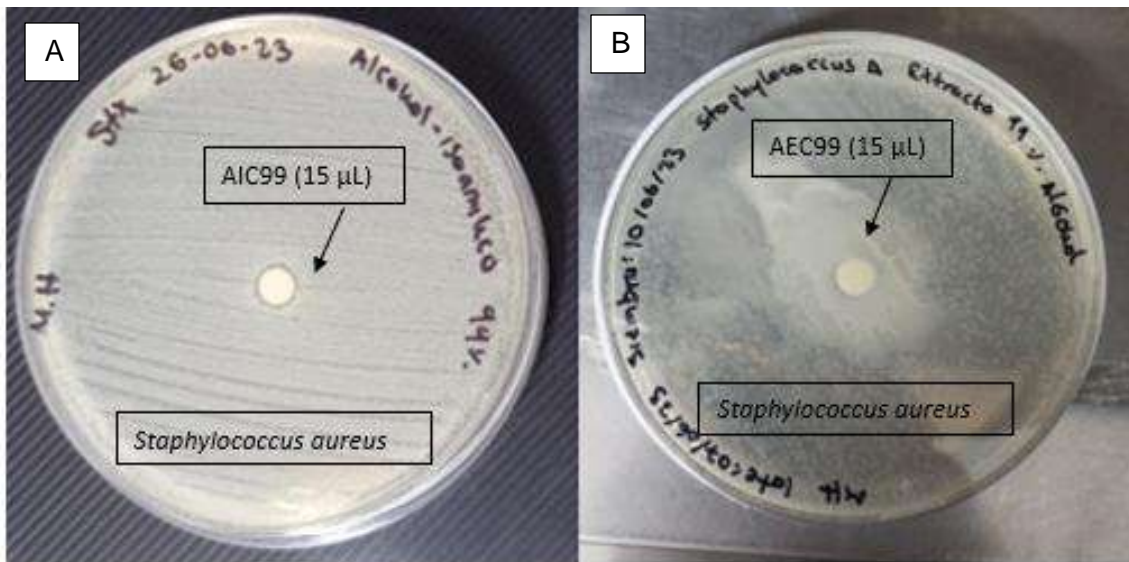
Placas antibiograma agar Müller Hilton. En la figura a), bacteria *E. coli* con el disco de AEC99 de 15  $\mu$ L. Figura b), bacteria *E. coli* con el disco de AIC99 de 15  $\mu$ L.



Nota. Evidencia fotográfica de las placas con antibiograma de la bacteria *E. coli* con AEC99 y AIC99. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

**Figura 17.**

Placas antibiograma. En la figura a), bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AIC99 de 15  $\mu$ L. Figura b), bacteria *Staphylococcus aureus* con el disco de AEC99 de 15  $\mu$ L.



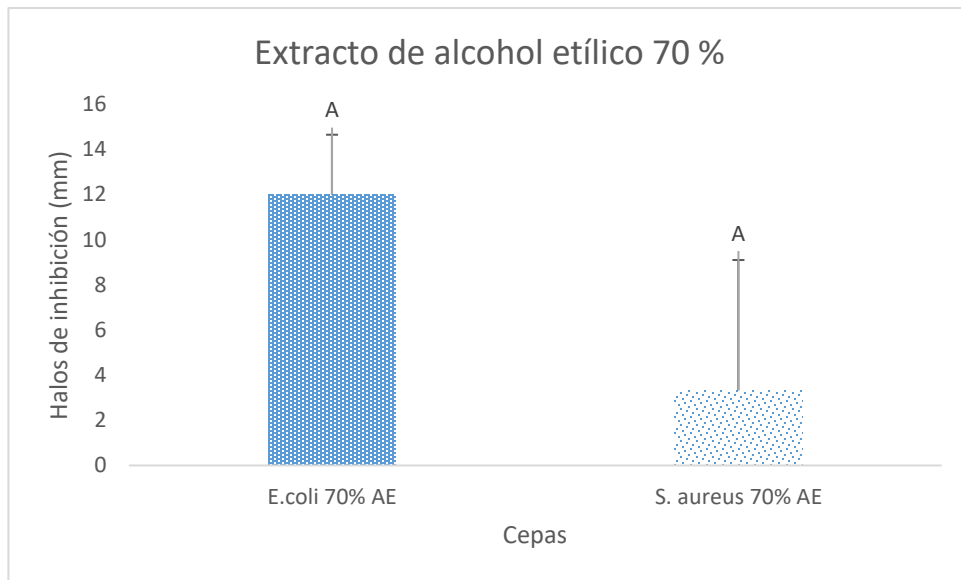
Nota. Evidencia fotográfica de las placas con antibiograma de la bacteria *Staphylococcus aureus* con AIC99 y AEC99. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).



Los datos arrojados por el ANOVA se evaluaron con un nivel de significancia de  $\alpha$ : 0,05 en donde AIC70 % tuvo un valor p 0,280, AEC70 % p 0,077, AEC 99 % de 0,006 y AIC99 % p 0,120. según con los resultados arrojados se dice que, si el valor p es mayor que el nivel de significancia, no cuenta con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de que las medias de población son todas iguales en este caso AEC70 %, AIC70 %, AIC99 % no son estadísticamente significativa, y se acepta la hipótesis. mientras que AEC99 % obtuvo p 0,006, si el valor P es menor que o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula. ver figura 18, figura 19, figura 20, figura 21 y figura 22.

**Figura 18.**

*Extracto de alcohol etílico al 70 %*



*Nota.* La figura muestra los halos de inhibición con el extracto AEC70%. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

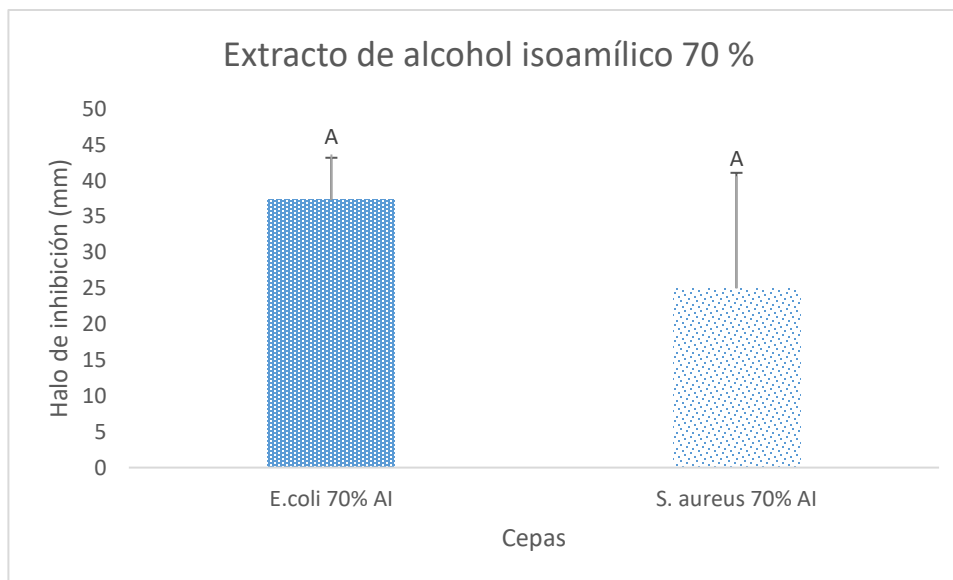
La figura 18 muestra los halos de inhibición con el extracto AEC70% en donde tuvieron una variación desde  $12 \pm 2,65$  mm (*E.coli*) y  $3,33 \pm 5,77$  mm (*S. aureus*). El análisis de varianza ANOVA muestra que el promedio de los halos de inhibición es



estadísticamente semejante, con un 95 % de confiabilidad, según la prueba de tukey, las letras mayúsculas encima de las barras de los halos de inhibición fueron estadísticamente iguales, lo cual se ve reflejado en las semejanzas que tienen las bacterias al momento de ser inhibidas por el extracto de alcohol etílico de *Pleurotus djamor* al 70 %. En este caso *E. coli* presentó los mayores halos de inhibición.

### Figura 19.

Extracto de alcohol isoamílico al 70 %



Nota. La figura muestra los halos de inhibición con el extracto AIC70%. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

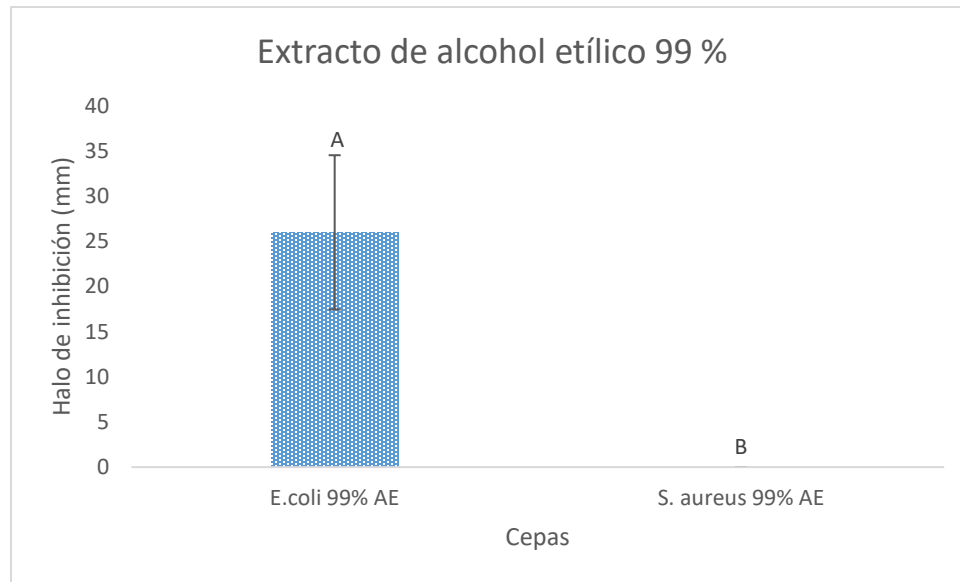
La figura 19 muestra los halos de inhibición con el extracto AIC70% en donde estos tuvieron una variación desde  $37,33 \pm 5,86$  mm (*E.coli*) y  $25 \pm 16,09$  mm (*S. aureus*). El análisis de varianza ANOVA muestra que el promedio de los halos de inhibición es estadísticamente semejante, con un 95% de confiabilidad, según la prueba de tukey, las letras mayúsculas encima de las barras de los halos de inhibición fueron estadísticamente iguales, lo cual se ve reflejado en las semejanzas que tienen las



bacterias al momento de ser inhibidas por el extracto de alcohol isoamílico de *Pleurotus djamor* al 70 %. En este caso *E. coli* presentó los mayores halos de inhibición.

**Figura 20.**

Extracto de alcohol etílico 99 %



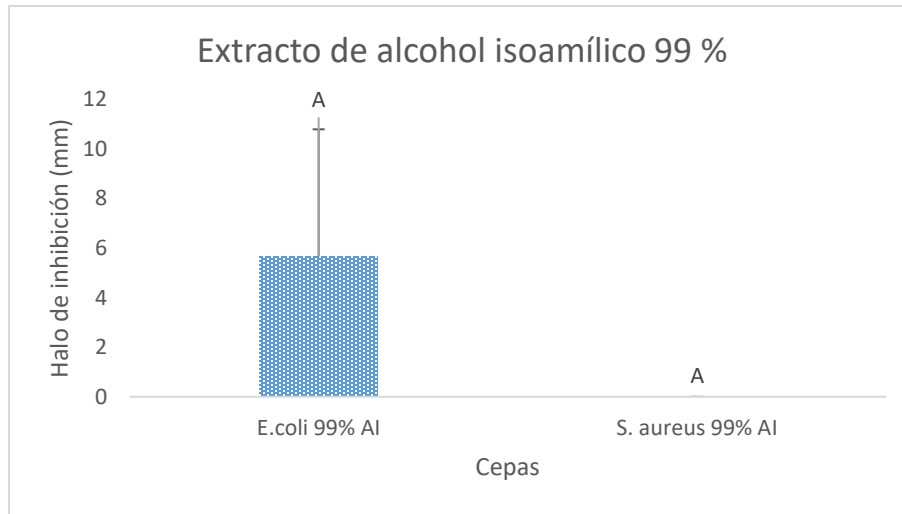
Nota. La figura muestra los halos de inhibición con el extracto AEC99 %. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

La figura 20 muestra los halos de inhibición con el extracto AEC99 % estos halos de inhibición tuvieron una variación desde  $26 \pm 8,54$  mm (*E.coli*) y 0 mm (*S. aureus*). El análisis de varianza ANOVA muestra que el promedio de los halos de inhibición es estadísticamente diferente, con un 95 % de confiabilidad, según la prueba de tukey, las letras mayúsculas encima de las barras de los halos de inhibición fueron estadísticamente distintas, lo cual se ve reflejado en las diferencias que tienen las bacterias al momento de ser inhibidas por el extracto de alcohol etílico de *Pleurotus djamor* al 99 %. En este caso *E. coli* presentó los mayores halos de inhibición, mientras que *S. aureus* no presentó ningún tipo de efecto inhibitorio.



**Figura 21.**

*Extracto de alcohol isoamílico al 99 %*



*Nota.* La figura muestra los halos de inhibición con el extracto AIC99 %. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

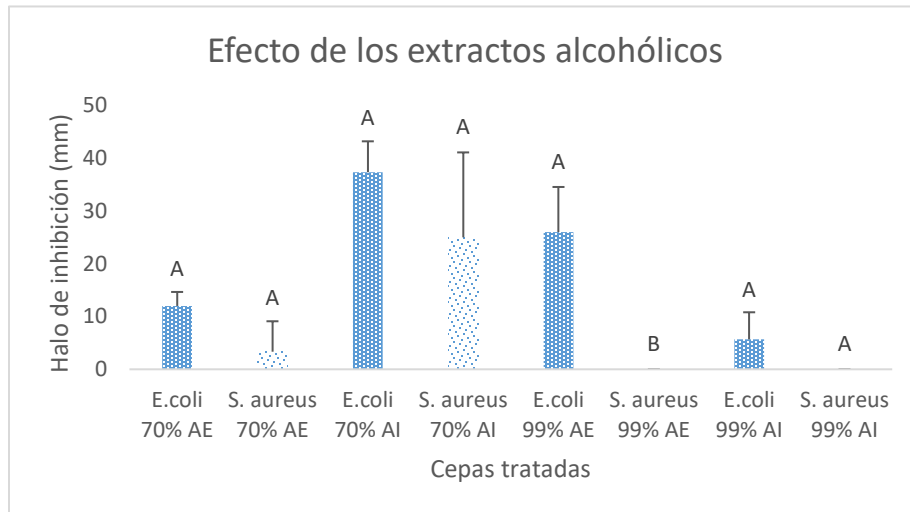
La figura 21 muestra los halos de inhibición con el extracto AIC99 % estos halos de inhibición tuvieron una variación desde  $5,67 \pm 5,13$  mm (*E.coli*) y 0 mm (*S. aureus*). El análisis de varianza ANOVA muestra que el promedio de los halos de inhibición es estadísticamente semejante, con un 95 % de confiabilidad, según la prueba de tukey, las letras mayúsculas encima de las barras de los halos de inhibición fueron estadísticamente iguales, lo cual se ve reflejado en las semejanzas que tienen las bacterias al momento de ser inhibidas por el extracto de alcohol isoamílico de *Pleurotus djamor* al 99 %. En este caso *E. coli* presentó los mayores halos de inhibición mientras que *S. aureus* no presentó ningún tipo de efecto inhibitorio.





**Figura 22.**

*Efecto de los extractos alcohólicos*



*Nota.* La figura muestra los halos de inhibición de los diferentes extractos utilizados en el proyecto. Fuente: (Amaris & Guerrero, 2023).

La figura 22 muestra los halos de inhibición en general de las bacterias diferentes sometidas a extractos de alcohol etílico e isoamílico, sometidas a diferentes concentraciones (70 % y 99 %) estos halos de inhibición tuvieron una variación desde  $37,33 \pm 5,86$  mm (*E.coli*) y 0 mm (*S. aureus*). El análisis de varianza ANOVA muestra que el promedio de los halos de inhibición es estadísticamente semejante, con una con un 95 % de confiabilidad, según la prueba de tukey, las letras mayúsculas encima de las barras de los halos de inhibición fueron estadísticamente iguales, sin embargo *S. aureus* sometido al extracto etanólico de *Pleurotus djamor* al 99 %, presentó diferencias significativas estadísticas con respecto al resto de los tratamientos, esto demuestra que *S. aureus* no es inhibido en este tratamiento. *E. coli* presentó los mayores halos de inhibición. Mientras que *S. aureus* no presentó ningún tipo de efecto inhibitorio con extractos de alcohol etílico e isoamílico al 99 %.



## 7. Conclusiones

En conclusión, se llevó a cabo cada uno de los objetivos específicos estipulados, dando como resultados la capacidad de inhibición que tiene el *Pleurotus djamor* en las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Con los valores más altos de inhibición de la bacteria *E. coli* en los extractos de AIC70 % con una inhibición de  $37,33 \pm 5,86$  mm y AEC99 %  $26 \pm 8,54$  mm presentando susceptibilidad.

Se evidencio que los valores más altos de inhibición de la bacteria *Staphylococcus aureus* fue en el extracto de AIC70 % con una inhibición de  $25 \pm 16,09$  mm en donde la bacteria presenta susceptibilidad.

Se determinó que la bacteria *Staphylococcus aureus* presento resistencia en los extractos alcohólicos con *Pleurotus djamor*, AEC70 %, AEC99 %, AIC99 %. Esto se pudo haber debido por factores físicos como temperatura optima, almacenamiento, homogenización del extracto ya que fue macerado de forma manual o por mecanismos de resistencia por parte de *S. aureus*.

Esta investigación determinó que existe un gran potencial de inhibición bacteriana del hongo *Pleurotus djamor*, evidenciando buenos resultados.





## 8. **Recomendaciones**

Estudiar a fondo los compuestos presentes en los extractos de *Pleurotus djamor*, para Identificar los compuestos con actividad antibacteriana a partir del micelio, cuerpo fructífero o extracto del hongo, para la elaboración de diversos biofármacos con actividad antimicrobiana.

Se recomienda Identificar los compuestos con actividad antibacteriana a partir del micelio, cuerpo fructífero o extracto del hongo, para la elaboración de diversos biofármacos con esta actividad antimicrobiana.

Así mismo se sugiere realizar pruebas de susceptibilidad purificando los componentes del hongo, haciendo pruebas in vitro con otros microorganismos patógenos que afecten la población, para evaluar el potencial antibacteriano.

Los extractos de alcohol isoamílico con *Pleurotus djamor* según los resultados obtenidos tiene un gran potencial de investigación para estudios futuros.

realizar trabajos posteriores para aislar los principios activos de dichos extractos bioactivos para así dar respuestas a los datos obtenidos.



## 9. Bibliografía

- Angulo, L. D. M. (2020). Principales bacterias transmitidas por alimentos, preservación y control. *Agrobiología*, 56. <https://www.meridapublishers.com/libroagrobio.php?pag=capitulo4>
- Antimicrobianos. Organización mundial de la salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Bhunja, A. K. (2018). *Foodborne microbial pathogens: mechanisms and pathogenesis*. Indiana, USA. Springer. p 1- 19. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4939-7349-1>
- Beltrán-Delgado, Y., Morris-Quevedo, H., Llauradó-Maury, G., Bermúdez-Savón, R. C., & García-Oduardo, N. (2020). Procedimientos para la producción de setas del género *Pleurotus* con potencial aplicación farmacológica. *Revista Cubana de Química*, 32(2), 245-261.
- Corzo Barragán, D. C. (2012). Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 43(3), 81-86.
- Cardona Pérez, D. M. (2023). Evaluación de la actividad antioxidante de *Pleurotus djamor* cultivado en seis combinaciones de sustrato.
- Caro Miranda, V. (2021). Antagonismo de microorganismos aislados a partir de la borra de café, generada en la Universidad EAFIT, sobre el crecimiento del hongo *Pleurotus* sp (Bachelor 's thesis, Universidad EAFIT).



Corredor, Suarez. S (2021). Enfermedades transmitidas por alimentos ETAS. Ministerio de salud y protección social. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/abecce-eta-final.pdf>

Colmenares-Cruz, S., González-Cortazar, M., Castañeda-Ramírez, GS, Andrade-Gallegos, RH, Sánchez, JE, Aguilar-Marcelino, L. (2021). Actividad nematocida de extractos hidroalcohólicos de sustrato gastado de *Pleurotus djamor* sobre larvas L3 de *Haemonchus contortus*. *Parasitología Veterinaria*, 300 , 109608.

Cruz Solorio, Angélica. (2011). Evaluación de la actividad antibacteriana de cepas híbridas de *Pleurotus* spp (Doctoral dissertation).

Das, A. R., Saha, A. K., Joshi, S. R., & Das, P. (2017). Wild edible macrofungi consumed by ethnic tribes of Tripura in Northeast India with special reference to antibacterial activity of *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. *International Food Research Journal*, 24(2).

Dulay, RMR, Miranda, LA, Malasaga, JS, Kalaw, SP, Reyes, RG y Hou, CT (2017). Actividades antioxidantes y antibacterianas de extractos de acetonitrilo y hexano de *Lentinus tigrinus* y *Pleurotus djamor*. *Biocatálisis y Biotecnología Agrícola* , 9 , 141-144.

Elisa, M. C. (2020). Boletín de Prensa No 605 de 2020 del ministerio de salud y protección social el 14 de agosto de 2020.



<https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Enfermedades%20transmitidas%20por%20alimentos%20disminuyeron%20en%202020.aspx>

Flores Paucar, G. A. (2017). Evaluaciòn de la actividad antimicrobiana del extracto de *Pleurotus ostreatus* ante cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Fernández, S., Marcía, J., Bu, J., Baca, Y., Chavez, V., Montoya, H., ... & Ore, F. (2021). Enfermedades transmitidas por Alimentos (Etas); Una Alerta para el consumidor. Revista de Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(2), 2284-2298. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/433/542>

Garín-Aguilar, ME & Doroteo, Leticia & Duran-Paramo, Enrique & Valencia del Toro, Gustavo. (2012). Actividad antibacteriana de extractos de cepas híbridas y parentales de *Pleurotus spp.*

Guzmán et al. (2009) evaluaron el extracto etanólico obtenido el hongo comestible *P. djamor* mediante los métodos de DPPH y ABTS encontrando valores IC50 (medida de la eficacia de una sustancia en la inhibición de una función biológica) de 115.5 µg/mL y 29.37 µg/mL respectivamente. <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/3201/CAPDRN03.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto nacional de seguridad y salud en el trabajo. gobierno de España. 2022. Alcohol isoamilico. Documentacion toxicologica para el establecimiento del límite de exposicion profesional del alcohol isoamilico. <https://www.insst.es/documents/94886/431980/DLEP+136+Alcohol+isoam%20C3%ADlico+2022.pdf/05452c3a-e580-b995-f9c4-ffcfb35cd3a?version=1.0&t=1651654717978>



- Lizcano-Ramón, A. J., Torres-Cárcamo, M. E., & Vergara-González, J. L. (2008). Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y aceites esenciales de las especies vegetales *Valeriana pilosa*, *Hesperomeles ferruginea*, *Lycianthes rhopaloides* y *Passiflora manicata* frente a microorganismos patógenos. *Pérez-Arbelaezia*, (19), 163-187.
- Illuri, R., Eyini, M., Kumar, M., Prema, P., Nguyen, V. H., Bukhari, N. A., ... & Balaji, P. (2022). Bio-prospective potential of *Pleurotus djamor* and *Pleurotus florida* mycelial extracts towards Gram positive and Gram negative microbial pathogens causing infectious disease. *Journal of Infection and Public Health*, 15(2), 297-306. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876034121003336>
- López Bran, J. D., Berrío Benitez, K. S., & Arbeláez Guzmán, S. (2018). Evaluación de la actividad de extractos de *Pleurotus ostreatus* como inhibidores del crecimiento de bacterias ESKAPE.
- Mena, Y. C., Ramírez, L. S., & Arango, Á. M. (2021). Actividad antibacteriana y antioxidante del hongo *Phanerochaete* spp. *Información tecnológica*, 32(1), 69-78.
- Méndez Márquez, R. O., Carrillo Lara, J. D., Reyes Estrada, C. A., Gutiérrez Hernández, R., & Miranda Delgado, P. D. P. (2017). Actividad antibacteriana de *Pleurotus ostreatus*. <https://drive.google.com/open?id=1V9woYc19tmiAUU33vrbAC8TGpRLDJLak>.
- Naranjo Mosquera, A. I., & Porro Flores, B. L. (2021). Análisis proximal y composición de aminoácidos del hongo ostra rosa (*Pleurotus djamor*) cultivado en la provincia de



Pichincha (Tumbaco)-Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).

Organización mundial de la salud, OMS. Resistencia a los antibióticos. (2020, 31 julio). Recuperado 12 de octubre de 2022, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibi%C3%B3ticos>.

Ochoa Quispe, L., & Paco Apaza, J. L. (2021). Sensibilidad y resistencia antibiótica de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp aisladas de gorrinos con diarreas de granjas familiares del distrito de Huancavelica. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d1174cff-fa05-4449-8b92-174194ce6f89/content>

Organización mundial de la salud. (2020). resistencia a los antimicrobianos. Organización mundial de la salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Organización Panamericana de la Salud. (03 de marzo del 2021). La resistencia antimicrobiana pone en riesgo la salud mundial. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/noticias/3-3-2021-resistencia-antimicrobiana-pone-riesgo-salud-mundial>

Palomino-Camargo, C., González-Muñoz, Y., Pérez-Sira, E., & Aguilar, V. H. (2018). Metodología Delphi en la gestión de la inocuidad alimentaria y prevención de



enfermedades transmitidas por alimentos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35, 483-490.

Ponce Porras, G. A. (2019). Composición química por cromatografía de gases y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Salvia sagittata* Ruiz & Pav frente a la *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5968/PONCE%20PORRAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera Moyano, D. M. (2023). Caracterización y potencial antimicrobiano de compuestos fenólicos aislados de hongos de la región Oglán Alto en Pastaza, Ecuador (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Reyes-Solórzano, S. J. (2017). Circunspecciones acerca de las enfermedades producidas por alimentos. *Domino de las Ciencias*, 3, 299-310.

Soto Varela, Z., Pérez Lavalle, L., & Estrada Alvarado, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia. *Revista Salud Uninorte*, 32(1), 105-122.

Suresh, N., J. Ambika, A. Noorjahan, M. Kalaiselvam, 2017. Pink oyster mushroom (*Pleurotus djamor*) and its efficacy against human pathogen. *International Journal of Science Innovations Today* 6(6): 749-757.

Salmones, D. (2017). *Pleurotus djamor*, un hongo con potencial aplicación biotecnológica para el neotrópico. *Revista mexicana de micología*, 46, 73-85.



Subdirección de Enfermedades Transmisibles Dirección Promoción y Prevención Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Lineamientos técnicos para gestión integrada de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos-ETA.

file:///C:/Users/analista.calidad2/Downloads/Lineamientos\_EGI-ETA%20ver.14122020.pdf

Sun Y, Hu X, Li W. Antioxidant, antitumor and immunostimulatory activities of the polypeptide from *Pleurotus eryngii* mycelium. International journal of biologicalmacromolecules 2017;97:323–30, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.043>.

Taylor, T. A., & Unakal, C. G. (2021). *Staphylococcus aureus*. In Stat Pearls [Internet]. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/>

Taus, M. R., Sosa, N., Goldaracena, C. A., Grenóvero, S., Larrivey, M. A., Corfield, R., Alen, L., López, T. A., & Gonzalez, J. M. (2020). Portación de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos de la ciudad de Gualeguaychú. Ciencia, Docencia Y Tecnología Suplemento, 10(11). Recuperado a partir de <https://pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/950>

Tinoco Tello, J. X. (2022). Evaluación de la desinfección y eficiencia de sustrato para la producción del hongo ostra rosado (*Pleurotus djamor b*) con residuos agroforestales en San José de Chaltura (Bachelor 's thesis).





Vanegas-Múnera, J. M., & Jiménez-Quiceno, J. N. (2020). Antimicrobial resistance in the 21st century: towards a post-antibiotic era? *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 38(1). <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v38n1/2256-3334-rfnsp-38-01-e337759.pdf>

Valencia del Toro, G., Garín Aguilar M.E., Cuadros Moreno A., Aguilar Doroteo J., Durán Páramo E. (2020) ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS DE CEPAS HÍBRIDAS Y PARENTALES DE *Pleurotus* SPP.

Vega, A., De León, JA, Miranda, S., & Reyes, SM (2022). Residuos agroindustriales mejoran el perfil nutricional y antioxidante de *Pleurotus djamor*. *Sistemas de residuos más limpios*, 2 , 100018.

Velasco García, W. J. (2018). Evaluación del potencial antimicrobiano de extractos de plantas frente a microorganismos asociados a conjuntivitis bacterianas.

Velásquez, S. G. (2019). Efecto de extractos de cultivo sumergido de *pleurotus ostreatus*, *pleurotus djamor* y *pleurotus agaves* sobre la activación in vitro de macrófagos.

Zúñiga Carrasco, I. R., & Caro Lozano, J. (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: una mirada puntual para el personal de salud. *Enfermedades infecciosas y Microbiología*, 37(3), 95-104. <http://www.amimc.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/EIM3-2017w.pdf#page=25>



## 10. Anexos

### ANEXO 1: ANOVA de un solo factor: AE70% vs. Cepas

#### ANOVA de un solo factor: AE70% vs. Cepas

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Cepas	2	E coli; S aureus

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cepas	1	112,67	112,67	5,59	0,077
Error	4	80,67	20,17		
Total	5	193,33			

##### Medias

Cepas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E coli	3	12,00	2,65	(4,80; 19,20)
S aureus	3	3,33	5,77	(-3,87; 10,53)

Desv.Est. agrupada = 4,49073

##### Comparaciones en parejas de Tukey

##### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Cepas	N	Media	Agrupación
E coli	3	12,00	A
S aureus	3	3,33	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

##### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
S aureus - E coli	-8,67	3,67	(-18,85; 1,51)	-2,36	0,077

Nivel de confianza individual = 95,00%



## ANEXO 2. ANOVA de un solo factor: AI70% vs. Cepas

### ANOVA de un solo factor: AI70% vs. Cepas

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Cepas	2	E coli; S aureus

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cepas	1	228,2	228,2	1,56	0,280
Error	4	586,7	146,7		
Total	5	814,8			

#### Medias

Cepas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E coli	3	37,33	5,86	(17,92; 56,75)
S aureus	3	25,00	16,09	(5,59; 44,41)

*Desv.Est. agrupada = 12,1106*

#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Cepas	N	Media Agrupación
E coli	3	37,33 A
S aureus	3	25,00 A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

#### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
S aureus - E coli	-12,33	9,89	(-39,79; 15,12)	-1,25	0,280

*Nivel de confianza individual = 95,00%*



### Anexo 3. ANOVA de un solo factor: AE99% vs. Cepas

#### ANOVA de un solo factor: AE99% vs. Cepas

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Cepas	2	E coli; S aureus

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cepas	1	1014,0	1014,00	27,78	0,006
Error	4	146,0	36,50		
Total	5	1160,0			

##### Medias

Cepas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E coli	3	26,00	8,54	(16,32; 35,68)
S aureus	3	0,000000	0,000000	(-9,684449; 9,684449)

Desv.Est. agrupada = 6,04152

##### Comparaciones en parejas de Tukey

##### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Cepas	N	Media	Agrupación
E coli	3	26,00	A
S aureus	3	0,000000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

##### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
S aureus - E coli	-26,00	4,93	(-39,70; -12,30)	-5,27	0,006

Nivel de confianza individual = 95,00%



## Anexo 4. ANOVA de un solo factor: AI99% vs. Cepas

### ANOVA de un solo factor: AI99% vs. Cepas

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Cepas	2	E coli; S aureus

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cepas	1	48,17	48,17	3,66	0,128
Error	4	52,67	13,17		
Total	5	100,83			

#### Medias

Cepas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
E coli	3	5,67	5,13	(-0,15; 11,48)
S aureus	3	0,000000	0,000000	(-5,816562; 5,816562)

Desv.Est. agrupada = 3,62859

#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Cepas	N	Media	Agrupación
E coli	3	5,67	A
S aureus	3	0,000000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

#### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
S aureus - E coli	-5,67	2,96	(-13,89; 2,56)	-1,91	0,128

Nivel de confianza individual = 95,00%