

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas**  
**Facultad de Ciencias y Educación**  
**Licenciatura en Biología**  
**Proyecto Investigativo Formativo Interdisciplinar I**  
**Grupo 140-1**

**USO DE LA MIEL DE ABEJA (*Apis mellifera*), SÁBILA (*Aloe vera*), JENGIBRE (*Zingiber officinale*) Y LECHE MATERNA COMO INHIBIDORES BACTERIOSTÁTICOS Y BACTERICIDAS EN *E. coli* Y *Salmonella sp.***

**José Santiago Piñeros Molano 20201140035**

**Paula Daniela Rodríguez 20211140070**

**Daniel Nicolas Sanchez Hernández 20212140008**

**Michell Dayan Hernández Larrota 20192140094**

**Mayzat Alihat Hallaff Murillo 20201140022**

## **RESUMEN**

Durante los últimos años se ha observado un incremento, proliferación, prevalencia y resistencia en cepas bacterianas, por lo tanto, el objetivo de este proyecto es reconocer la acción bactericida y bacteriostática presentes en las sustancias orgánicas como miel de *Apis Mellifera*, cristales de *Aloe Vera*, extracto de *Zingiber Officinale* y Leche Materna en cepas de *E. coli* y *Salmonella sp.* Para ello se evaluó la actividad antimicrobiana de dichas sustancias en un cultivo de las bacterias ya mencionadas en medios de cultivo EMB y Mcconkey mediante el método de difusión del disco, con la técnica de Kirby Bauer, donde se incubaron las muestras a una temperatura de 37°C en un lapso de 96 horas. Este laboratorio obtuvo como resultados que en general las muestras cultivadas en medio Macconkey mostraron resultados positivos para actividad antibacteriana a excepción de las muestras de leche y miel pura donde *Salmonella sp.* sí creció, cepa la cual mostró resultados negativos en general frente la actividad microbiana para el medio de cultivo EMB. Por otro lado, en *E. coli* se reflejan resultados positivos respecto al jengibre y el aloe puro, además, para el jengibre y leche diluida, solo se muestran resultados negativos en leche materna y miel pura donde las colonias si lograron propagarse.

Por este motivo se propone hacer uso de estas sustancias en tratamientos de medicina complementaria junto a tratamientos con antibióticos de origen farmacológico para la prevención y cura de enfermedades.



## PROBLEMA

Se ha observado durante los últimos años un incremento, proliferación, prevalencia y resistencia en cepas bacterianas bastante comunes (Bascones et als, 2005). Según Estapé y Zboromyrska (2012) *Escherichia coli* es una bacteria cosmopolita, pudiendo encontrarse en una gran variedad de ecosistemas, incluido el tracto gastrointestinal del ser humano, causando muchos procesos infecciosos como sepsis, infecciones del tracto urinario, meningitis e infecciones de heridas al ser un patógeno oportunista; por otro lado, las epidemias de infección intestinal por *Salmonella spp* son uno de los problemas más comunes en todo el mundo (Chavarez de la peña et als., 2001) siendo, según la OMS (2018), una de las cuatro principales causas de enfermedades diarreicas y uno de los microorganismos entre los que han aparecido algunos serotipos resistentes a los antimicrobianos más comunes. Por ello, encontrar formas de tratamiento infeccioso frente a infecciones bacterianas de estas cepas es una necesidad apremiante.

Según Goncalves y colaboradores (2013), la medicina complementaria para el tratamiento, la prevención y cura de enfermedades, es una de las más antiguas formas de la práctica médica de la humanidad. El uso de plantas, aceites vegetales ozonizados (Godínez-Oviedo et als., 2017), extractos frutales como la guanábana (F. Torres, Nataly Elizabeth, 2015) y el propóleo (Vílchez A, Cervantes L, 2021) eran empleados por civilizaciones como Egipto y Grecia para desinfectar las heridas o afecciones de la piel como ungüento tópico antiséptico (Rodríguez L. et als., 2016).

Debido a lo anterior, se plantea para este estudio averiguar la capacidad bacteriostática y bactericida de la miel de abeja (*Apis mellifera*), la sábila (*Aloe Vera*), el jengibre (*Zingiber Officinale*) y leche materna como sustancias capaces de inhibir brotes infecciosos de *E. coli* y *Salmonella sp.* como tratamiento médico complementario.

## PREGUNTA PROBLEMA

¿Puede la miel de abeja (*Apis mellifera*), *Aloe vera*, *zingiber officinale* y leche materna servir como un complemento a los tratamientos que actualmente se manejan con antibióticos en las enfermedades causadas por *E. coli* y *Salmonella sp.*?

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en el estudio de la actividad bactericida y bacteriostática de distintas sustancias naturales en bacterias como la *Salmonella* y la *E. coli*, elegidas para la investigación debido a que, algunas de las sustancias como la miel, el jengibre y la sábila son fáciles de obtener ya que son bastante reconocidas. En el caso de la miel, se posee un conocimiento variado y frecuentemente distribuido. Tanto para las



sustancias escogidas como para las bacterias, resulta conveniente por su diversidad. Además, la presencia de bacterias como *E. coli* y *Salmonella* en el cuerpo humano es muy común. Estas se encuentran en el intestino, e incluso en alimentos y agua.

Según la OMS (2018), cada año enferman de *Salmonella* 550 millones de personas, mientras que, aproximadamente 1 de cada 50 personas se enferman por la bacteria *E. coli*. Lo anterior es beneficioso para la investigación, puesto que no solo será factible su obtención, sino que además se contará con una buena cantidad de información, estudios previos e interés general. Es importante resaltar que, si bien hasta el momento existen investigaciones de la actividad antimicrobiana de cada una de las sustancias, no se presentan investigaciones que reúnan estas cuatro sustancias y analicen simultáneamente la efectividad que tienen en un solo estudio que sea caracterizado de mayor a menor, el cuál tenga una mayor o menor actividad antimicrobiana y el análisis de su tiempo de acción.

La práctica de hacer uso de sustancias naturales (como lo son la miel, el jengibre y la sábila) como hierbas y otras terapias nutricionales, en lugar de los medicamentos estándares recetados para el tratamiento de una enfermedad es llamada medicina alternativa. De acuerdo a un estudio realizado en el año 2019 por la Universidad Nacional de Colombia, hasta el 2017 los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que en Colombia más del 40 % de la población acudía a la medicina alternativa, a la cual están vinculados cerca de 10.000 médicos en el país. Sin embargo, El Instituto Nacional de Estadística e Informática dió a conocer que, en el tercer trimestre del presente año, que una de las tres principales razones por las cuales las personas con algún problema de salud no consultaron fué porque “utilizaron remedios caseros o se auto recetaron” (30,0%).

A la luz de la situación actual, este trabajo es presentado con el ánimo de promover y aportar modestamente a la medicina complementaria, no a la alternativa. La medicina complementaria se diferencia de la segunda porque se utiliza *además* de los tratamientos estándares. Por otro lado, la medicina alternativa se utiliza en lugar de los tratamientos estándares. Esta investigación podrá brindar una información confiable acerca de cuál sustancia será más efectiva y cuál actuará en un menor tiempo en caso de enfermedad por *Salmonella* o *E. coli*, tomándolo como un uso de medicina complementaria.

## OBJETIVO GENERAL

- Analizar la acción bactericida y bacteriostática que presentan *Zingiber officinale*, *Aloe vera*, miel de *Apis Mellifera L.* y leche materna en cepas de *E. coli* y *Salmonella sp.*

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y PREGUNTAS ORIENTADORAS

- Caracterizar la acción bactericida y bacteriostática que presentan *Zingiber officinale*, *Aloe vera*, miel de *Apis Mellifera L.* y leche materna en cepas de *E. coli* y *Salmonella sp.*



- Comparar la efectividad y tiempo de acción bactericida de *Zingiber officinale*, *Aloe vera*, miel de *Apis Mellifera L.* y leche materna en cepas de *E. coli* y *Salmonella sp.*
- Inferir qué sustancias presentan una acción bactericida y bacteriostática más efectiva contra cepas de *E. Coli* y *Salmonella sp.*

## MARCO TEÓRICO

### Jengibre

Es una planta originaria del Sudeste Asiático el cual se cultivaba hace más de tres mil años, el nombre original dado a esta planta fue *sringavera*, en Latin *zingiber*, traducido al español jengibre.

Desde hace mucho tiempo el jengibre es utilizado en la medicina, especialmente como condimento y medicamento beneficioso. En su mayoría, las enfermedades neurológicas, los estados de dolor, la insuficiencia circulatoria, los trastornos digestivos, entre otros, se consideran ser tratadas con jengibre precisamente, además, es usado también como un remedio natural frente a síntomas antieméticos, ya sea en hiperemesis gravídica, cinetosis, etc (Salgado, 2011).

Este tallo es una fuente importante de minerales como hierro, magnesio, calcio, etc. También contiene vitamina C, B3, B2 y demás, siendo así, utilizado en gran medida de manera antibacteriana y antioxidante, donde igualmente, contiene fitoquímicos como flavonoides, taninos y shogaol, los cuales retrasan la senescencia celular (Revista Internacional de Acupuntura, 2008).

La importancia nutricional del jengibre, y también la antibiótica, reside en su amplio espectro de aceites esenciales como los Gingeroles, estos son un grupo de compuestos polifenólicos estructuralmente relacionados, aislados del jengibre y conocidos por ser sus componentes activos (Mahady, et al., 2003). Así mismo, son una serie de homólogos químicos diferenciados por la longitud de sus cadenas de alquilo no ramificadas; Los Shogaoles son otra serie homóloga y la forma deshidratada de los gingeroles son los constituyentes picantes predominantes en jengibre seco (Ghosh, et al., 2011). apareciendo cuando el gingerol se somete a una reacción de deshidratación, estos compuestos presentan una serie homóloga de fenoles similar a la estructura de los compuestos fenólicos, se conoce que estos se caracterizan por poseer en su estructura molecular al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido al menos a un grupo funcional hidroxilo, y el mecanismo de acción antimicrobiana parece estar relacionado con la inhibición enzimática por los compuestos oxidados (Ali, et al., 2008) y algunos Terpenos, cada grupo de ellos es el resultado de la condensación “cabeza cola” de un número variable de unidades isoprénicas (Ruzicka, 1953). Se clasifican como monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, tetraterpenos. Además, la cantidad y composición de terpenos en el jengibre varían considerablemente de acuerdo al área de producción de cosecha y preparación (Oomah, B.D., Mazza, G., 2000).





También es fijador de algunas proteínas a las membranas celulares y tiene cualidades aromáticas.

Estos mismos tienen algunos componentes para los cuales es necesario un proceso de extracción. Por ejemplo, con dióxido de carbono supercrítico a tales temperaturas, mediante cromatografía en capa fina (CCF), se pueden evidenciar gingeroles, shogaoles y terpenos (estos producen una sensación caliente en la boca). El efecto antibacteriano del jengibre se le atribuye especialmente a sus principales metabolitos secundarios: gingeroles (aril-acanona) y shogaoles (Sharma, et al., 2014).

### Áloe

La planta de *Aloe vera* es originaria de África. Su nombre genérico Aloe proviene del término árabe *alloeh* que significa sustancia brillante y amarga, se le denomina también con el nombre de sábila. Es usada principalmente por sus propiedades curativas en la medicina tradicional (Eshun, 2004).

Existen casi 300 especies de esta planta, sin embargo, el *Aloe barbadensis Miller* es considerada como la más utilizada en la medicina curativa y la más popular en el mundo entero, llamada comúnmente *Aloe vera*, algunas de sus propiedades atribuidas a esta planta han sido su acción desinfectante, antiviral y antibacteriana (Urch D., 1999).

Recientemente se ha incrementado el estudio de la química y actividades farmacológicas presentadas por las proteínas, péptidos y glicoproteínas provenientes de fuentes naturales (Koike et al., 1995). Por ello, se identifican como componentes de acción antimicrobiana a: taninos, saponinas, flavonoides, alcaloides, glicósidos cardiacos, ácido cinámico, ácido p-cumárico, ácido ascórbico y pirocatecol (Lawrence R., 2009), al mismo tiempo, a metabolitos bioactivos de *A. vera*, principalmente del metabolismo secundario tales como flavonoides, terpenoides, colesterol, antraquinonas y sacáridos, como representantes del metabolismo primario (Hammam y Viejoen, 2008; Joseph y Raj, 2010).

Ahora bien, se identifica que el papel principal de los péptidos antimicrobianos es la lisis directa de microorganismos; sin embargo, a la fecha también se han descrito propiedades quimiotácticas, que le permiten modular el sistema inmune y de esta forma constituir un puente entre la inmunidad innata y la inmunidad adaptativa (Rivas, et al., 2006).

Por otra parte, se reporta una glicoproteína nombrada G1G1M1DI2 de 5.5 kDa aislada de *A. vera* con actividad proliferativa y de migración celular en diversas investigaciones (Das et al., 2010).

Estudios posteriormente efectuados, logran dar noticia de una lectina hallada, aislada del *A. vera* de 35 kDa con actividad de estimulación mitótica de linfocitos, activación del complemento, alternativa, antiinflamatoria, etc., además de presentar actividad mitogénica. De igual manera, se sitúa que la lectina muestra acción antibacteriana sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* formando un halo inhibitorio de crecimiento en una concentración de 1 mg (Cáceres, 2016).



## **Leche materna**

Durante mucho tiempo, la lactancia ha sido la única forma de alimentar a los neonatos, al igual que todos los mamíferos en sus primeros meses de vida (Aguilar, 2005). Actualmente se ha conseguido que el contenido de macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales) de las fórmulas infantiles sea similar al de la leche materna, estando regulado por normas establecidas legalmente (Real Decreto 867, 2008). Pero la leche materna contiene una gran variedad de compuestos muy importantes en la alimentación del recién nacido, no sólo por su papel nutricional sino también por su carácter funcional. Este tipo de compuestos serían claves en la modulación de rutas metabólicas, de la respuesta inflamatoria y de la respuesta inmune (Kitts, 1994).

Esta carece de bacterias contaminantes, ya que contiene compuestos funcionales entre los cuales se encuentran: hormonas, factores de crecimiento, neuropéptidos, agentes antiinflamatorios y agentes inmunomoduladores (Gómez, et al., 2009). Entonces, estos agentes demuestran una gran importancia en lo que respecta a la ciencia de la vida, por lo que se han planteado trabajos acerca del mismo. Uno de los agentes a destacar es la lactoferrina. Esta proteína tiene actividad antimicrobiana, antiviral y antiinflamatoria. También favorece la incorporación de la timidina en el ADN (Baró, et al., 2001).

La actividad antibacteriana de esta proteína ejerce sobre un amplio espectro de patógenos, incluidos hongos, bacterias y virus (Rodríguez, et al., 2005). Igualmente, la función bacteriostática se debe a la capacidad de la lactoferrina para ligar iones Fe (Ward, et al., 2002). Así mismo, la apolactoferrina se encuentra en la forma libre de hierro y tiene la capacidad de encerrar este metal donde se halla su presencia, gracias a esto priva de un nutriente esencial a las bacterias inhibiendo su crecimiento (Rodríguez, et al., 2005). De igual manera, la capacidad bactericida de la lactoferrina se atribuye a la interacción directa de la molécula o parte de ella, con las superficies bacterianas, lo que produce un aumento en la permeabilidad de la membrana y la liberación del contenido citoplasmático (Vazquez, et al., 2005).

## **Miel**

La miel al ser una sustancia natural producida por las abejas no se tiene con certeza el lugar donde se originó, pero si se sabe en qué momento los humanos la empezamos a usar. Se tienen registros de pinturas rupestres de hace 6.000 años A.C, mientras que sus usos medicinales se tienen registros de 2.500 años A.C, por los sumerios en Mesopotamia.

Entre los usos médicos, desde la antigüedad la miel ha servido en el cuidado de heridas. Ya en la medicina moderna la miel fue usada por sus importantes propiedades bactericidas en heridas infectadas con bacterias multirresistentes a los antibióticos. La miel presenta un conjunto de propiedades que contribuyen significativamente en el proceso de cicatrización de heridas (Schencke, et al., 2016). Este compuesto muestra un efecto antibacteriano en heridas susceptibles a infecciones o infectadas, actividad antioxidante que reduce la alta



concentración de radicales libres y especies reactivas de oxígeno (Suguna et al., 1993), además de sus usos en los tratamientos de heridas la miel es complemento para muchas otras recetas médicas, siendo acompañado de otros productos naturales, como el limón, el jengibre, la canela, los clavos, etc.

Por ejemplo, en quemaduras, sus propiedades antibacterianas hacen que sea un agente natural adecuado para facilitar el control microbiano de heridas infectadas. Para ello, cuenta con un conjunto de factores que afectan directamente a los microorganismos patógenos, como bacterias gram positivas y negativas, aerobias y anaerobias, incluyendo a los tipos de bacterias multiresistentes a los antibióticos (Estrada et al., 2005). Estos factores comprenden la acción del peróxido de hidrógeno, la alta osmolaridad, la acidez y factores no basados en peróxido, tales como metilglioxal (Adams et al., 2008), el péptido antimicrobiano de abeja defensina-1, hidroximetilfurfural y compuestos fenólicos, tales como flavonoides (Cushnie & Lamb, 2005). Así mismo, las acciones antimicrobianas indirectas incluyen aumento en la producción de linfocitos, anticuerpos, citoquinas y el fortalecimiento del propio sistema inmunológico (Molan, 2001; Subrahmanyam et al., 2007; Khoo et al., 2010; Al-Waili et al.).

En cuanto a la actividad microbiana se destaca actividad osmótica de la miel (Steinberg et al., 1996), concentración de peróxido de hidrógeno en la miel, inhibición de la formación de dextrano (Molan, 2001a), contenido de ácidos orgánicos no aromáticos (Mato et al, 2003), concentración de ácido benzoico y sus derivados, contenido de ácido cinámico y sus derivados, y concentración de flavonoides (Molan, 2001a; Molan, 2001b).

### ***Escherichia coli***

*E. coli* es un tipo de bacteria que normalmente vive dentro de nuestros intestinos, donde ayuda al cuerpo a descomponer y digerir los alimentos que comemos. Sin embargo existen algunos tipos (o cepas) de *E. coli* que son infecciosos (causan infecciones que se pueden contagiar a otras personas). Se contagian a través del agua o de alimentos contaminados o a partir de personas o animales contaminados (Ben-Joseph, 2022). *Escherichia coli* es un bacilo gram negativo, anaerobio facultativo de la familia Enterobacteriaceae, tribu Escherichia (Rodríguez y Ángeles, 2002). Además es productora de la toxina Shiga que puede crecer a temperaturas que oscilan entre 7 °C y 50 °C, con una temperatura óptima de 37 °C. Algunas pueden proliferar en alimentos ácidos, hasta a un pH de 4,4, y en alimentos con una actividad de agua (aW) mínima de 0,95. Sin embargo, se destruye cocinando los alimentos hasta que todas las partes alcancen una temperatura de 70 °C o más. *E. coli* O157: H7 es el serotipo de *E. coli* productora de toxina Shiga más importante por su impacto en la salud pública, pero hay también otros serotipos frecuentemente implicados en brotes y casos esporádicos (Organización Mundial de la Salud, 2018). *E. coli* es un patógeno capaz de causar casos aislados o brotes de diarrea, síndrome urémico hemolítico, colitis hemorrágica y cuadros de



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



disentería, principalmente en niños; por esto es necesario conocer mejor a la bacteria y mantener la vigilancia epidemiológica.

### ***Salmonella***

*Salmonella* es un bacilo Gram negativo que se comporta como patógeno intracelular facultativo. Su hábitat es el aparato gastrointestinal de los animales y el hombre, nunca como microbiota normal. Se encuentra asociada a problemas gastrointestinales, septicémicos y aborto gracias a su capacidad de invasión celular y sobrevivencia intrafagocítica (Figueroa, 2003). Actualmente se sabe que *Salmonella* cuenta con cinco islas de patogenicidad. Varios genes involucrados en la invasión, apoptosis de macrófagos y activación de cascadas de fosforilación dependientes de MAP cinasas se encuentran en el centisoma 63, formando la isla de patogenicidad 1 (SPI-1). Los genes localizados en las islas SPI-2 y SPI-3 regulan la supervivencia y replicación bacteriana en los compartimientos intracelulares de fagocitos y células epiteliales. La isla SPI-4 codifica un supuesto sistema de secreción tipo I y se cree que participa en la adaptación en ambientes intracelulares. Finalmente la isla SPI-5 codifica para factores involucrados en la secreción fluida y reacción inflamatoria en la mucosa intestinal. Debido a una regulación coordinada y precisa de los genes de virulencia, *Salmonella* logra adaptarse a cambios ambientales que se le presentan durante el proceso infeccioso (Figueroa OIM y Verdugo RA, 2005).

### **Medio de cultivo EMB:**

BD EMB Agar, Modified (fórmula de Holt-Harris y Teague) es un medio ligeramente selectivo y de diferenciación para el aislamiento y la diferenciación de bacilos gram negativos entéricos (Enterobacteriaceae y diversos otros bacilos gram negativos) a partir de muestras clínicas. Este contiene colorantes de azul de metileno y eosina, que inhiben las bacterias gram-positivas en cierto grado (MacFaddin, 1985). Los colorantes también actúan como indicadores diferenciales en respuesta a la fermentación de la lactosa o la sacarosa por parte de los microorganismos. Así mismo, los coliformes producen colonias de color negro azulado, mientras que las colonias de *Salmonella* y *Shigella* son incoloras o de color ámbar transparente. Las colonias de *Escherichia coli* pueden exhibir un brillo verde metálico característico debido a la rápida fermentación de la lactosa (Wells, et al., 2003).

El conjunto de medios de aislamiento de baja selectividad para *Salmonella* en muestras fecales y de otros tipos incluye el EMB Agar (con y sin sacarosa) (Farmer, 2003).

Este medio puede inhibir el crecimiento de las bacterias gram-positivas como los estreptococos fecales, estafilococos y levaduras, o bien favorecer su crecimiento con formación de colonias puntiformes (Becton Dickinson GmbH, 2013).



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



### **Medio de cultivo MacConkey :**

BD MacConkey II Agar es un medio de diferenciación selectivo para el aislamiento y la diferenciación de *Enterobacteriaceae* y otros diversos bacilos gram negativos a partir de muestras clínicas. Esta fórmula fue diseñada sabiendo que las sales biliares precipitan por acción de ácidos y determinados microorganismos entéricos fermentan la lactosa, mientras que otros no presentan dicha capacidad. Posteriormente, este medio fue modificado varias veces (Levine y Schoenlein, 1930). El agar MacConkey es sólo ligeramente selectivo, dado que la concentración de sales biliares, que inhiben los microorganismos gram positivos, es baja en comparación con otros medios en placa entéricos (Baron, et al., 1994).

Se recomienda el uso de este medio en muestras clínicas con posible flora microbiana mixta, tal como procedentes de la orina, del sistema respiratorio, de heridas y otras, porque permite la agrupación preliminar de bacterias entéricas y otras bacterias gram negativas en organismos fermentadores y no fermentadores de lactosa. El agar MacConkey también se utiliza en el examen microbiológico de alimentos (Ito y Downes, 2001).

La fórmula del agar MacConkey II se diseñó para mejorar la inhibición del agrupamiento dinámico de la especie *Proteus*, lograr una diferenciación más definitiva de los organismos fermentadores y no fermentadores de lactosa y alcanzar un crecimiento superior de las bacterias entéricas. El cristal violeta inhibe las bacterias gram positivas, en especial los enterococos y estafilococos. La diferenciación de los microorganismos entéricos se logra mediante la combinación de lactosa y el indicador de pH rojo neutro. Se producen colonias incoloras o de color de rosa a rojo según la capacidad del aislado para fermentar carbohidratos (Pfaller y Tenenbaum, 2003).

### **Actividad Bactericida y Actividad Bacteriostática**

Atendiendo a su efecto antibacteriano, los antimicrobianos se han clasificado tradicionalmente en bactericidas (ejercen una acción letal para la bacteria) o bacteriostáticos (sólo inhiben transitoriamente el crecimiento bacteriano). Los límites de ambos conceptos se consideran en la actualidad un tanto difusos, cada grupo de antibióticos actúa preferentemente de una forma u otra, aunque un mismo antibiótico puede comportarse como bactericida o bacteriostático, dependiendo de la concentración que alcance en la diana, o de su afinidad por la diana de un determinado microorganismo. En general, son bactericidas los antimicrobianos que actúan inhibiendo la síntesis de la pared, alterando la membrana citoplásmica o interfiriendo con algunos aspectos del metabolismo del ADN, y bacteriostáticos los que inhiben la síntesis proteica, excepto los aminoglucósidos (Calvo, J., & Martínez-Martínez, L., 2009). Un producto bacteriostático es aquel que no destruye o mata las bacterias, pero sí detiene su crecimiento, de tal manera que acaban muriendo sin



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



reproducirse. A diferencia del anterior, un producto bactericida provoca la muerte de las bacterias de manera irreversible (Hygolet., 2019). Recapitulando, podemos indicar que la diferencia entre bacteriostático y bactericida reside en que un elemento bacteriostático detiene el crecimiento y la reproducción de las bacterias mientras que un producto bactericida se encarga de eliminar dichas bacterias (Alcora, M., 2021).

### **Medicina Complementaria y Medicina Alternativa (May)**

La medicina complementaria y alternativa son tipos de medicina y prácticas de salud que, por lo general, no son usadas por los médicos para tratar el cáncer. La medicina complementaria se utiliza *además* de los tratamientos estándares. La medicina alternativa se utiliza *en lugar* de los tratamientos estándares (CDCespanol., 2022). Resulta difícil definir la medicina complementaria y alternativa, porque se trata de un campo muy amplio y en constante evolución. El NCCAM define la medicina complementaria y alternativa como un conjunto de sistemas, prácticas y productos que, en general, no se consideran parte de la medicina convencional. La medicina convencional (también denominada medicina occidental o alopática) es la medicina según la practican quienes poseen títulos de M.D. (doctor en medicina) o D.O. (doctor en osteopatía) y los profesionales sanitarios asociados, como fisioterapeutas, psicólogos y enfermeras tituladas. Los límites que separan la medicina complementaria y alternativa de la medicina convencional no son absolutos y, con el tiempo, ciertas prácticas de medicina complementaria y alternativa pueden pasar a ser de aceptación general. “Medicina complementaria” se refiere al uso de la medicina complementaria y alternativa junto con la medicina convencional, como el empleo de la acupuntura en forma adicional a los métodos usuales para aliviar el dolor. La mayoría de las personas que utilizan medicina complementaria y alternativa en Estados Unidos lo hacen en forma complementaria. “Medicina alternativa” se refiere al uso de la medicina complementaria y alternativa en reemplazo de la medicina convencional. “Medicina integrativa” (también denominada medicina integrada) se refiere a una práctica que combina los tratamientos de medicina convencional y de medicina complementaria y alternativa, sobre la cual existen datos científicos de inocuidad y eficacia.

**Tipos de medicina complementaria y alternativa:** Las prácticas de medicina complementaria y alternativa suelen agruparse en categorías amplias, como productos naturales, medicina de la mente y el cuerpo, así como prácticas de manipulación y basadas en el cuerpo. Si bien estas categorías no están definidas formalmente, resultan útiles para describir las prácticas de medicina complementaria y alternativa. Algunas prácticas de medicina complementaria y alternativa podrían corresponder a más de una categoría.





- Productos naturales: uso de diversos medicamentos de hierbas (también denominados productos botánicos), vitaminas, minerales y otros “productos naturales”. Muchos son de venta libre (sin receta) como los suplementos dietéticos.
- Medicina de la mente y el cuerpo: Se centran en las interacciones entre el cerebro, la mente, el cuerpo y el comportamiento; como la meditación, el yoga, la acupuntura, ejercicios de respiración profunda, ensoñación dirigida, hipnoterapia, relajación progresiva, qi gong y tai chi.
- Prácticas de manipulación y basadas en el cuerpo: hacen énfasis en las estructuras y sistemas del cuerpo, entre ellos los huesos y las articulaciones, los tejidos blandos y el sistema linfático y circulatorio. Por ejemplo la manipulación de la columna vertebral y terapia de masaje.

**Antecedentes históricos:** Los medicamentos de hierbas o botánicos existen desde los primeros intentos del ser humano para mejorar su condición. Entre los efectos personales del “hombre de hielo”, la momia humana prehistórica descubierta en los Alpes italianos en 1991, se encontraron hierbas medicinales. Hacia la Edad Media, se habían inventariado miles de productos botánicos por sus efectos medicinales.

**Uso actual:** El interés por los productos naturales de medicina complementaria y alternativa y su uso han aumentado de forma considerable en las últimas décadas. La NHIS de 2007 reveló que el 17,7 por ciento de los adultos de Estados Unidos habían utilizado un producto natural no vitamínico/no mineral. Estos productos fueron la forma más frecuente de medicina complementaria y alternativa en niños y adultos. El producto más utilizado entre los adultos fue el aceite de pescado/omega 3 (empleado por el 37,4 por ciento de todos los adultos que dijeron utilizar productos naturales); los productos de uso frecuente en los niños incluyeron la equinácea (37,2 por ciento) y el aceite de pescado/omega 3 (30,5 por ciento).

## **Métodos de laboratorio**

### **Concentración Mínima Inhibitoria:**

La CMI, o concentración mínima inhibitoria, es la concentración más baja (en  $\mu\text{g/ml}$ ) de un antibiótico que inhibe el crecimiento de una determinada cepa bacteriana (IDEXX Laboratories, Inc., 2022). Las concentraciones inhibitorias mínimas (MIC) se definen como la concentración más baja de un antimicrobiano que inhibirá el crecimiento visible de un microorganismo después de la incubación durante la noche. Los laboratorios de diagnóstico utilizan las CIM principalmente para confirmar la resistencia, pero más a menudo como una herramienta de investigación para determinar la actividad in vitro de nuevos antimicrobianos, y los datos de dichos estudios se han utilizado para determinar los puntos de corte de la CIM



(Andrews JM., 2001). Un método cuantitativo de prueba de sensibilidad, que ofrezca una CMI, ayuda a determinar qué clase de antibiótico es más eficaz. Esta información puede conducir a la elección adecuada del tratamiento, lo que aumentará las probabilidades de éxito para resolver la infección y además ayudará en la lucha para frenar la resistencia a antibióticos.

Se indica la CMI seguida de la interpretación: S (Sensible)/p (positiva), I (Intermedia) o R (Resistente)/n (negativa), seguido de la CMI en  $\mu\text{g/ml}$ .

- Sensible/positiva: significa que el crecimiento del microorganismo está inhibido a la concentración sérica del fármaco que se alcanza utilizando la dosis habitual.
- Intermedia: significa que el crecimiento del microorganismo está inhibido solamente a la dosis máxima recomendada.
- Resistente/negativo: significa que el microorganismo es resistente a los niveles séricos del fármaco que se alcanzan normalmente.

Estas normas de interpretación las ha establecido el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).

El MCI se utiliza de la siguiente manera: el valor crítico de un antibiótico es la dilución a partir de la cual la bacteria comienza a mostrar resistencia. El valor crítico y las diluciones testadas son distintos en función del fármaco y la especie bacteriana. Por tanto, la comparación entre las CMI de diferentes antibióticos no debe basarse en el valor numérico, sino en la diferencia que hay entre la CMI y el valor crítico. Por ejemplo: Una cepa de *Escherichia coli* tiene una CMI de  $2 \mu\text{g/ml}$  para ampicilina y para ceftiofur. Considerando las diluciones para la ampicilina, a  $2 \mu\text{g/ml}$ , esta cepa de *E. coli* está a cuatro diluciones de diferencia del valor crítico. En el caso de el ceftiofur, la misma cepa de *E. coli* a una CMI de  $2 \mu\text{g/ml}$  está a dos diluciones de diferencia del valor crítico. Por consiguiente, basándose en sus CMI, esta cepa de *E. coli* es más sensible a ampicilina que a ceftiofur (IDEXX Laboratories, Inc., 2022).

### **Antibiograma:**

También conocido como: pruebas de sensibilidad, pruebas de resistencia microbiana a fármacos, pruebas de susceptibilidad microbiana, cultivo y sensibilidad. El antibiograma es una prueba de laboratorio de microbiología, que tiene como objetivo evaluar la respuesta de un microorganismo a uno o a varios antimicrobianos o antibióticos. Sirve para predecir la eficacia de ese antibiótico, para la destrucción de la bacteria que puede estar causando la infección en el organismo del paciente (Savia., 2019). Con un antibiograma se pueden obtener resultados cualitativos que indican si la bacteria es sensible o resistente a un antibiótico, o cuantitativos que determinan la concentración mínima (CMI) de antimicrobiano



que inhibe el crecimiento bacteriano (en  $\mu\text{g}/\text{ml}$  o en  $\text{mg}/\text{l}$ ). La interpretación de los resultados del antibiograma (sensible, intermedio o resistente) se realiza en función de los valores establecidos por diferentes comités, como el Clinical and Laboratory Standards Institute en Estados Unidos, el European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing en Europa y la Mesa Española de Normalización de la Sensibilidad y Resistencia a los Antimicrobianos. Estos comités determinan y establecen puntos de corte basados en propiedades microbiológicas, farmacocinéticas y de eficacia clínica, para definir la sensibilidad (éxito terapéutico) o resistencia de las diferentes especies bacterianas a cada antimicrobiano (Cercenado, E., & Saavedra-Lozano, J., 2009).

El antibiograma se realiza siempre que un estudio de una muestra (tejido, secreciones, orina, heces...etc), obtenida a un paciente con el objetivo de diagnosticar y detectar el microorganismo que le produce la infección, haya permitido el aislamiento de una bacteria considerada responsable de la misma. Los resultados se pueden obtener en las siguientes 24-48 horas desde el inicio de la aplicación de la prueba. A esto, se debe añadir el tiempo que se tarda en hacer el cultivo de la muestra extraída al paciente para detectar la bacteria que le produce la infección, y que puede oscilar entre 3-6 días. En total, para obtener los resultados del cultivo y el antibiograma se puede tardar unos 5-7 días.

Los resultados del antibiograma se determinan como:

- Sensible/positivo: cuando la bacteria aislada en el cultivo, es efectiva en la muestra de laboratorio con una concentración de cierto antibiótico, que se asocia a una alta probabilidad del éxito en el uso del fármaco en el paciente.
- Intermedio: cuando la bacteria aislada en el cultivo, al contacto de la muestra en el laboratorio con una concentración de cierto antibiótico, se espera un efecto terapéutico incierto en el paciente.
- Resistente/negativo: cuando la bacteria aislada en el cultivo, al contacto de la muestra en el laboratorio con una concentración de cierto antibiótico, se espera un fracaso terapéutico en el paciente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo realizado en el laboratorio se dividió en distintas sesiones que se fueron desarrollando a lo largo de 2 meses y en distintos espacios de los laboratorios de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

- **Primera Sesión - 22 de noviembre**

Se realizaron los cultivos madres para que las bacterias que se iban a utilizar crecieran de una forma pura, en este caso *E. coli* y *Salmonella sp*, se preparó el agar en dos



cajas petris y se autoclavaron para eliminar cualquier microorganismo que pudiera estar en el ambiente antes de cultivar las bacterias a estudiar, se creó un medio de cultivo EMB para la bacteria de *E. coli* y para *Salmonella sp* el medio de cultivo escogido fue el POTATO, el cultivo fue realizado de forma manual, cogiendo un Asa bacteriológica la cual fue cauterizada para raspar cultivos que ya se encontraban en la universidad, tanto de *E. coli* como de *Salmonella sp* para después pasar las bacterias a los nuevos cultivos, dejando las cajas petri en una cámara incubadora aproximadamente una semana entera.



Figura 1. cultivos de *E. coli* y *Salmonella sp* ya terminados

- **Segunda Sesión - 29 de noviembre (siete días después)**

En esta sesión se crearon los medios de cultivo con agar EMB y MacConkey que son agares selectivos, se utilizaron ocho cajas petri, cuatro cajas grandes para el agar EMB y cuatro pequeñas para MacConkey, se midió el gramaje de cada agar con una balanza digital ya que cada agar tiene un gramaje diferente que se puede diluir por cada litro de agua, siendo para EMB 36 g por cada litro de agua y para MacConkey son 50 g por cada litro de agua, se diluye cada agar en un erlenmeyer, para posteriormente ser calentados a 300 °C y se revolvió con la ayuda de un agitador magnético a 150 revoluciones por minuto por 6 minutos hasta que empezó la ebullición y posteriormente se vertieron en las cajas petri lavadas y autoclavadas, se apilaron en grupos de cuatro y se envolvieron en papel craft para tratar de mantener las cajas petri lo más limpias posibles.



Figura 2. A- Pesaje del agar EMB en balanza digital. B - Pesaje del agar MacConkey en balanza digital

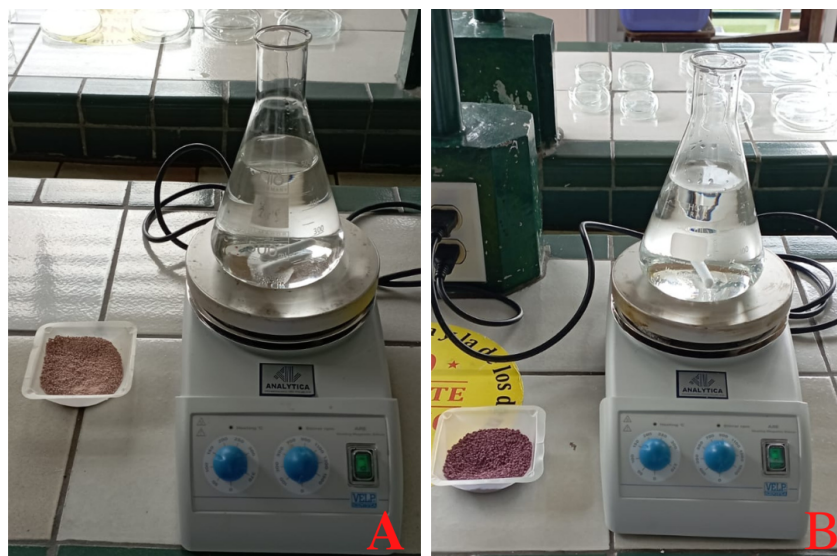


Figura 3. A y B - Dilución, calentamiento y posterior agitación de los agares





Figura 4. Medios de cultivos EMB (A) y MacConkey (B) ya preparados y distribuidos en sus propias cajas petri

- **Tercera Sesión - 2 de Diciembre (tres días después)**

Se llevaron al laboratorio las cuatro sustancias orgánicas que se van a trabajar la miel de *Apis Mellifera*, *Aloe Vera*, *Zingiber Officinale* y Leche Materna, la miel y la leche al ser líquidas simplemente se recolectaron en pipetas pasteur para ser diluidas en los sensidiscos que van en dentro de las cajas petri, al *Aloe Vera* se le sacaron los cristales de sábila y se machacaron en un mortero para sacar todo el líquido que se pudiera, el jengibre por otra parte fue pelado y cortado en partes pequeñas para también ser machacado y sacar todo el líquido que se pudiera y al igual que con la miel y la leche materna se recolectaron en pipetas pasteur para luego ser diluidas en los sensidiscos que iban en las cajas petri.

Se realizaron dos diluciones por cada una de las muestras, colocando en cuatro cajas petri (dos con medios de cultivo EMB y dos con MacConkey) cada una de las muestras de forma pura y en las otras cuatro cajas petri las sustancias diluidas en agua destilada, se marcaron las cajas debidamente y se procedió a colocar las bacterias anteriormente cultivadas de forma manual con ayuda de una Asa bacteriológica, dividiendo las cajas petri a la mitad colocando *E. coli* en una mitad de cada caja y *Salmonella sp* en la otra mitad para mirar la efectividad de cada sustancia frente a las dos bacterias escogidas.



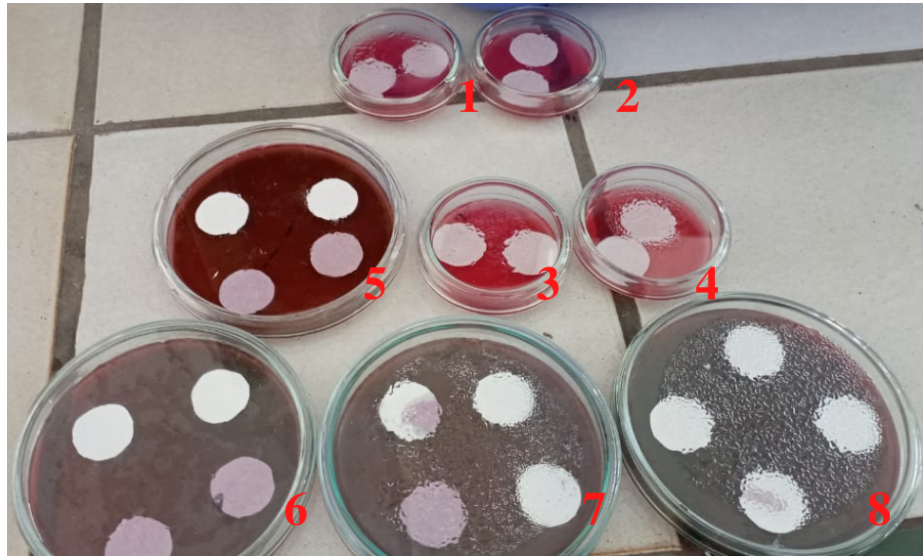


Figura 5. Cajas petri con los sensidiscos ya colocados y separados, en los cultivos MacConkey (1, 2, 3 y 4) se colocaron dos sensidiscos por el menor tamaño de las cajas petri y para los cultivos EMB (5, 6, 7 y 8) se usaron cuatro sensidiscos por el mayor tamaño de las cajas petri.

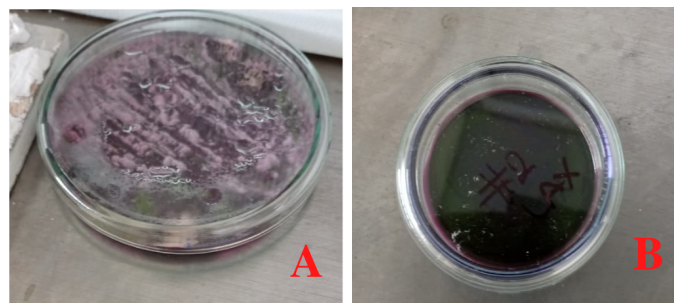


Figura 6. Cajas petri con las bacterias de *E. coli* (B) y *Salmonella sp* (A) ya crecidas después de pasada una semana de su cultivación

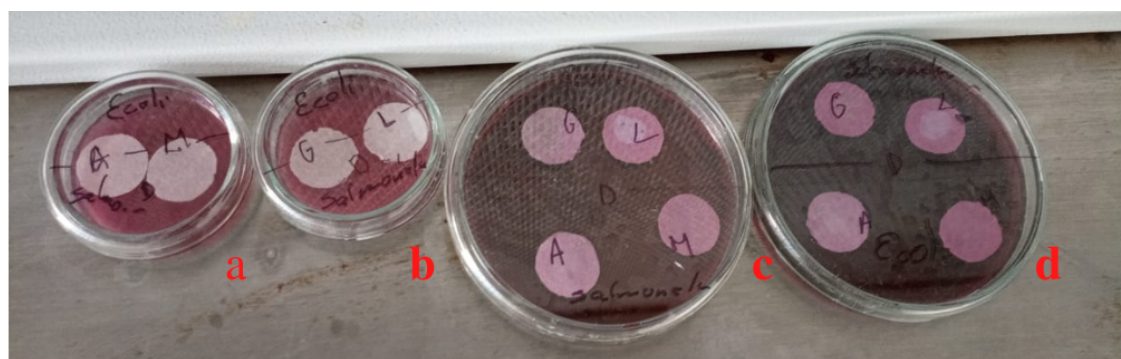


Figura 7. Cultivos con los sensidiscos ya listos con las cuatro sustancias diluidas, marcadas y delimitadas y con las bacterias ya cultivadas. a. Cultivo MacConkey con las sustancias Aloe, Miel y con las bacterias *E. coli* y *Salmonella*. b. Cultivo MacConkey con las sustancias Jengibre, Leche Materna y con las bacterias *E. coli* y *Salmonella*.

*Salmonella*. c y d. Cultivo EMB con las sustancias Jengibre, Leche Materna, Aloe, Miel y con las bacterias *E. coli* y *Salmonella*.

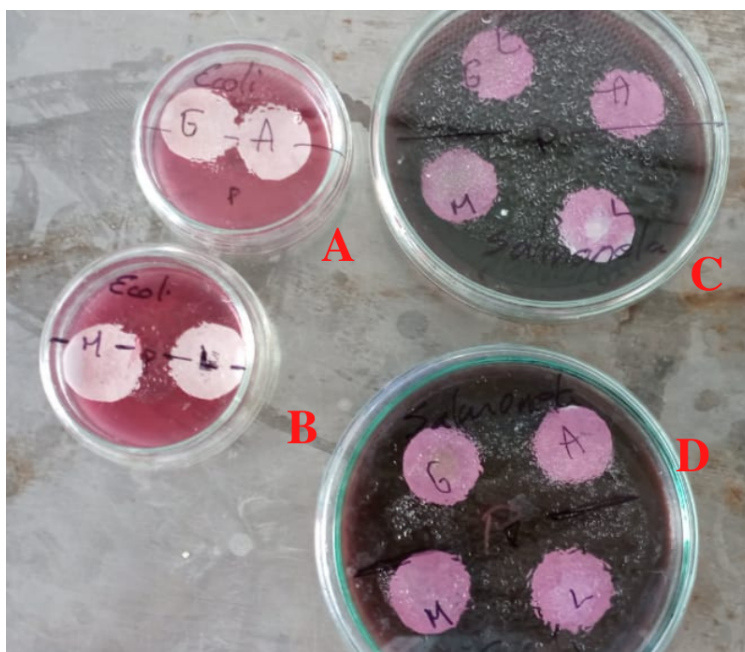


Figura 8. Cultivos con los sensibilizadores ya listos con las cuatro sustancias puras, marcadas y delimitadas y con las bacterias ya cultivadas. A. Cultivo MacConkey con las sustancias Jengibre, Aloe y con la bacteria *E. coli*. B. Cultivo MacConkey con las sustancias Miel, Leche Materna y con la bacteria *E. coli*. C y D. Cultivo EMB con las sustancias Jengibre, Leche Materna, Aloe, Miel y con las bacterias *E. coli* y *Salmonella*.

- **Cuarta Sesión - 6 de Diciembre (cuatro días después)**

Pasados cuatro días se sacaron las cajas de la cámara incubadora para colocarlas en un cuenta colonias para mirar los resultados obtenidos, tomar fotografías con y sin contraste e identificar los a los que se formaron alrededor de los sensibilizadores y redactar las conclusiones.

## RESULTADOS

Los antibiogramas realizados para el desarrollo de este laboratorio se evaluaron en función de la efectividad del componente orgánico en impedir el crecimiento bacteriano y en inhibir el esparcimiento en la zona cultivada, por lo tanto se usó la categoría **Positivo** (p) para describir el inhibimiento satisfactorio del crecimiento bacteriano, **Disgregado** (Pd) para describir el crecimiento parcial de las colonias y **Negativo** (n) para enunciar la eficacia de la sustancia ante el crecimiento bacteriano.



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



Para la muestra de la efectividad de los antibiogramas se realizó una prueba diagnóstica en un cultivo Macconkey de *E.coli* usando Amoxicilina sin diluir como agente antimicrobiano obteniendo como resultado un efecto positivo ante la aparición un halo que repelía el crecimiento de las colonias de *E. coli* hacia los sensibilizadores.

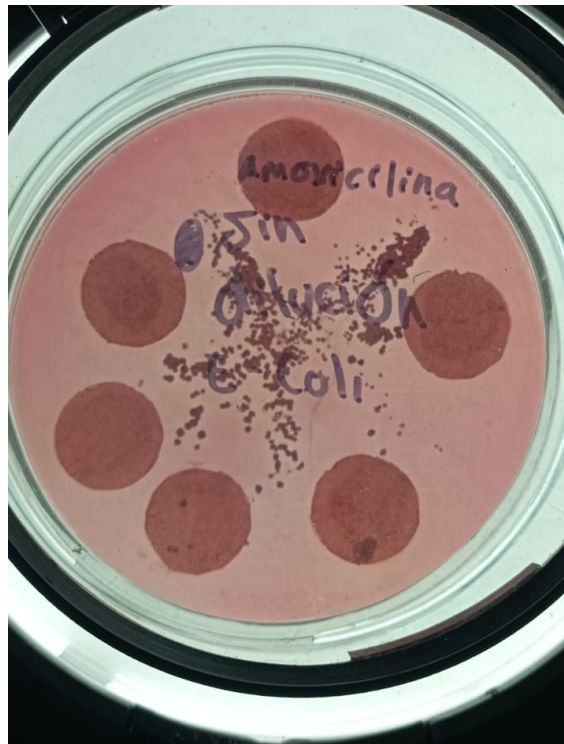


Figura 11. Prueba diagnóstica de efectividad del antibiograma usando Amoxicilina en cultivo de *E. coli*.

Los antibiogramas llevados a cabo para los cultivos de *E. coli* y *Salmonella sp.* en el medio de cultivo Macconkey mostraron resultados positivos para actividad antimicrobiana en todas las muestras de componentes orgánicos usados a excepción de las muestras de leche materna y miel pura (ver figura 12) donde aproximadamente 17 colonias de *Salmonella sp.* sí crecieron, mostrando así una eficacia negativa ante esta bacteria.



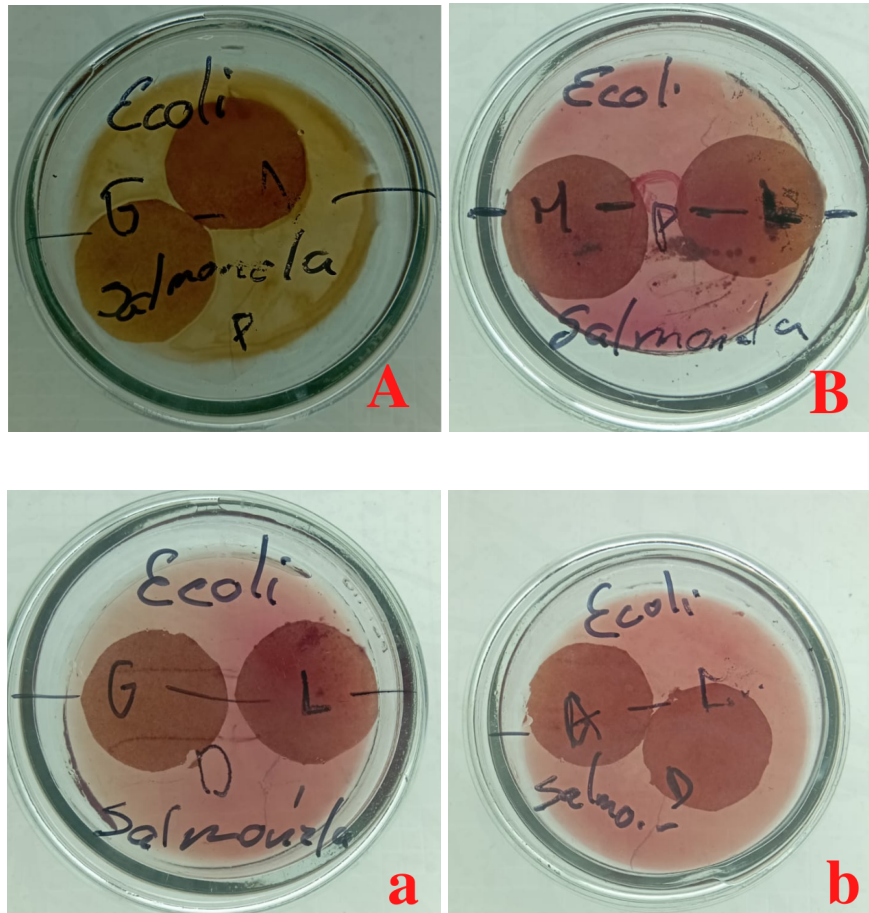


Figura 9. A y B - Cultivos MacConkey con las cuatro sustancias puras y las dos bacterias cuatro días después de su cultivo. a y b - Cultivos MacConkey con las cuatro sustancias diluidas y las dos bacterias cuatro días después de su cultivo.

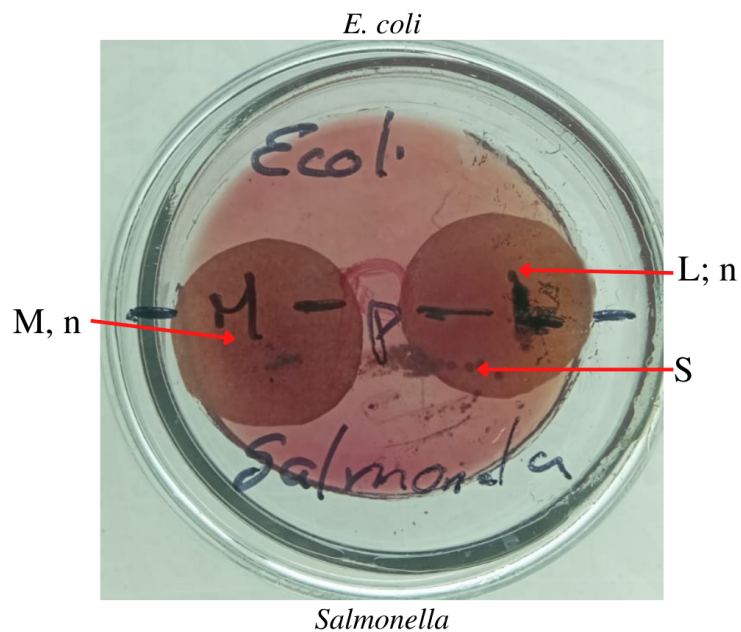


Figura 12. Prueba diagnóstica de efectividad del antibiograma en cultivo Macconkey usando concentración Pura.  
M: miel, L: leche materna; E: *e. coli*; n: resultado negativo.

Por otro lado, los antibiogramas realizados en el medio de cultivo EMB mostraron resultados uniformes para los cultivos de *Salmonella sp.* y resultados bastante variables en cultivos de *E. coli*. En el caso de las muestras realizadas con *Salmonella sp.* dieron resultados negativos para actividad antimicrobiana y por ende bactericida (ver tabla 2 y figuras 13, 14, 15 y 16) donde las colonias de esta bacteria no sólo proliferaron en el medio de cultivo sino que también lograron crecer sobre el sensidisco impregnado de la solución orgánica. Por otro lado, los antibiogramas asociados al cultivo de *E. coli* (ver tabla 1) presentaron resultados positivos para jengibre y aloe puro, y para jengibre y leche diluida (ver figuras 14 y 16), solo mostraron resultados negativos en leche materna y miel pura donde las colonias si lograron propagarse (ver figura 13). No obstante, se obtuvieron resultados parciales para las muestras de sensidiscos impregnados con aloe y la miel ya que se pudo observar un crecimiento disgregado en el cultivo donde cierto porción del sensidisco si logró detener y repeler el crecimiento bacteriano y otra porción no logró hacerlo (ver figura 15).

<b>Resultados de actividad antimicrobiana en <i>E. coli</i> medio EMB</b>		
<b>Sustancia</b>	<b>Concentración</b>	
	<b>Pura</b>	<b>0.5%</b>
<b>Jengibre</b>	Positivo	Positivo
<b>Aloe</b>	Positivo	Parcial/Positivo Disgregado
<b>Leche</b>	Negativo	Positivo
<b>Miel</b>	Negativo	Parcial/Positivo Disgregado

Tabla 1. Descripción de la efectividad antimicrobiana del componente orgánico en *E. coli*.

<b>Resultados de actividad antimicrobiana en <i>Salmonella sp.</i> medio EMB</b>		
<b>Sustancia</b>	<b>Concentración</b>	
	<b>Pura</b>	<b>0.5%</b>
<b>Jengibre</b>	Negativo	Negativo
<b>Aloe</b>	Negativo	Negativo
<b>Leche</b>	Negativo	Negativo



Miel	Negativo	Negativo
------	----------	----------

Tabla 2. Descripción de la efectividad antimicrobiana del componente orgánico en *Salmonella*.

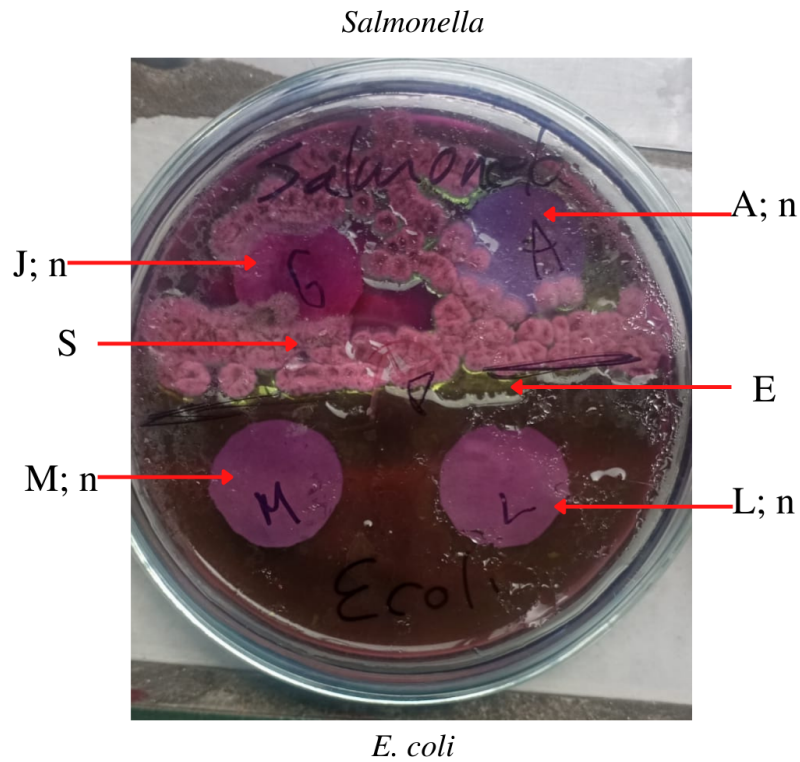


Figura 13. Prueba diagnóstica de efectividad del antibiograma en cultivo EMB usando concentración Pura. J: jengibre; S: *Salmonella*; M: miel, L: leche materna; E: *e. coli*; A: Aloe. n: resultado negativo.



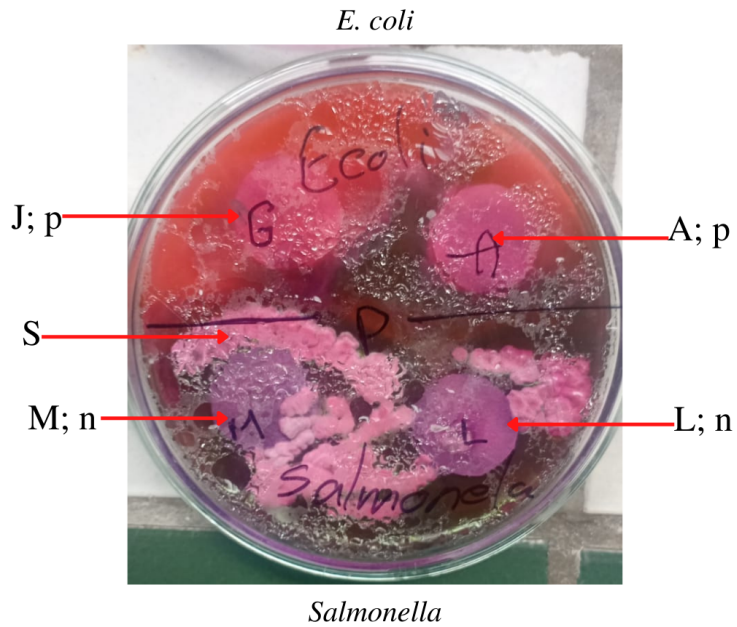


Figura 14. Prueba diagnóstica de efectividad del antibiograma en cultivo EMB usando concentración Pura. J: jengibre; S: *Salmonella*; M: miel, L: leche materna; E: *e. coli*; A: Aloe. n: resultado negativo. p: resultado positivo.

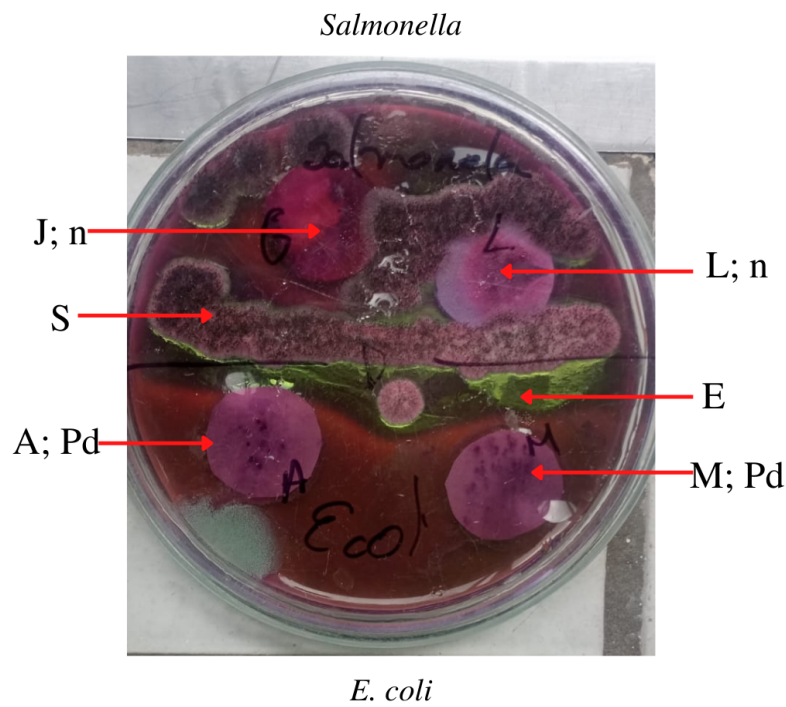


Figura 15. Prueba diagnóstica de efectividad del antibiograma en cultivo EMB usando concentración Diluida. J: jengibre; S: *Salmonella*; M: miel, L: leche materna; E: *E. coli*; A: Aloe. n: resultado negativo; Pd: Resultado Positivo Disgregado.

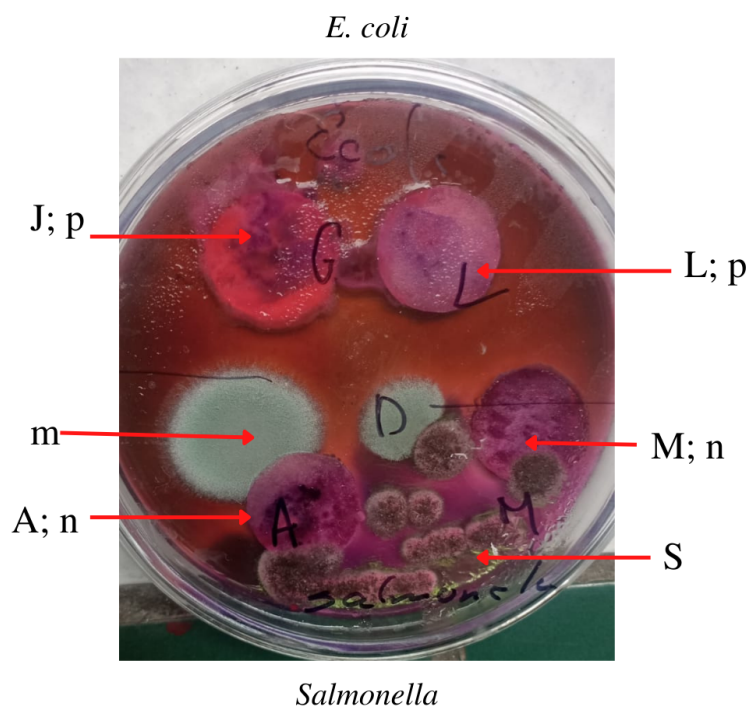


Figura 16. Prueba diagnóstica de efectividad del antibiograma en cultivo EMB usando concentración Diluida. J: jengibre; S: *Salmonella*; M: miel, L: leche materna; E: *E. coli*; A: Aloe. n: resultado negativo; p: resultado positivo. m: moho.

	Medio EMB				Medio Macconkey			
	E. coli en [Pura]	E. coli en [Diluida]	Salmonella en [Pura]	Salmonella en [Diluida]	E. coli en [Pura]	E. coli en [Diluida]	Salmonella en [Pura]	Salmonella en [Diluida]
Jengibre	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Aloe	✓	Pd	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Leche Materna	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓
Miel	✗	Pd	✗	✗	✓	✓	✗	✓

Tabla 3. Resumen descripción de la efectividad antimicrobiana de los componentes orgánicos en sus respectivos medios, concentraciones y bacterias. ✓ Efectividad positiva, ✗ Efectividad negativa, Pd: Efectividad disgregada.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Iniciando el análisis de los resultados para el medio de cultivo Macconkey se encontró que la acción bactericida y bacteriostática de *Zingiber officinale* y *Aloe vera* fue la más efectiva,



pues el 100% de su acción fue determinada positiva tanto en concentración pura como diluida. Además de eliminar a las bacterias presentes en el medio evitó durante los días posteriores su reproducción y por ende la aparición de las cepas de *E. coli* y *Salmonella sp.* Sin embargo, para el caso de la Miel de *Apis mellifera* y Miel, si bien fue positiva para *E. Coli* en ambas concentraciones y para *Salmonella sp.* en concentración diluida, su acción fue negativa en concentración pura. Puede ser válido analizar que, en el caso de la miel, su consistencia y densidad no permitieron que el sensidisco se impregnara por completo de esta, lo que pudo sesgar los resultados y la acción de la misma, mientras que en concentración diluida al lograr impregnarse el sensidisco por completo su acción sobre ambas cepas fue positiva. Por otro lado, se hace necesario un mayor estudio acerca de la acción de la leche materna sobre las cepas utilizadas y la repercusión de utilizarla a distintas concentraciones.

Los resultados obtenidos para los cultivos de *Escherichia coli* presentaron resultados bastante dispares para el medio de cultivo EMB mostrando solo un 50% de efectividad bactericida, un 25% parcial y un 25% de ineffectividad antibacteriana general, por esta razón se debe hablar particularmente de cada caso.

Algunos estudios han informado que el vapor generado por los aceites esenciales tiene un mayor efecto antimicrobiano en comparación con los aceites esenciales en forma líquida aplicadas por contacto directo (Reyes-Jurado y Col., 2019) teniendo esto en cuenta, en la *figura 14* se puede evidenciar que las colonias de *E. coli* estaban alejadas del aceite y vapores vegetales generados por el jengibre.

Los quelantes son proteínas fijadoras y transportadoras de micronutrientes que son necesarios para el metabolismo bacteriano. La lactoferrina es la más importante del grupo de los quelantes, su concentración es variable dependiendo del momento de la lactancia, nutrición de la madre y nivel socioeconómico. Su principal función es la captación del hierro exógeno, a través de las células intestinales (una elevada proporción del hierro de la leche está unida a la lactoferrina). Posee acción bacteriostática contra *Escherichia Coli*.

Armstrong y Otis y MacCarthy indicaron que mieles diluidas pueden contribuir a disminuir el crecimiento de las bacterias, debido a la acción más efectiva del peróxido de hidrógeno presente en la miel de abeja (Cabrera et al. 2003). La dilución de la miel permite que los componentes antibacteriales que la conforman se dispersen mejor en el sensidisco y obtengan una mayor superficie de acción.

Por otro lado las pruebas realizadas en *Salmonella sp.* fueron más constantes y homogéneas en cuanto a resultados ya que el 100% de las pruebas realizadas en el medio de cultivo EMB fueron negativas para actividad antimicrobiana, esto puede deberse a que la cepa usada para el cultivo haya sido resistente a los componentes de los compuestos orgánicos usados, hay que tener en cuenta que las especies de *Salmonella* poseen una gran capacidad de adaptación y resistencia antimicrobiana esta resistencia atribuida al uso extenso y el sobreuso de antibióticos tanto en la terapéutica humana como animal (Junod T, et als, 2013; Rivera LG, et



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



als, 2012) haciendo que puedan sobrevivir en medios biológicos que secreten proteínas líticas que se secretan de manera natural en organismos. No obstante, las pruebas realizadas en el medio de cultivo Macconkey a diferencia de las realizadas en el medio EMB arrojaron un 75% de efectividad antimicrobiana siendo solo en el 25% de los casos, puntualmente para las pruebas de leche y miel pura, donde sí se pudo observar un crecimiento de colonias de *Salmonella sp.*

Dada tal disyuntiva en resultados se piensa que dadas las características tan abrasivas e inclementes de *Salmonella sp.* y la facilidad del *E. coli* para replicarse la metodología usada para el medio de cultivo Macconkey propició que hubiese un efecto antibacteriano positivo, esto se debe a que el área total donde la *Salmonella sp.* se cultivó para su crecimiento no fue la suficiente para que se pudiera propagar sin que los agentes antibacterianos usados actuarán casi inmediatamente sobre las cepas ya que la caja petri que se usó para este cultivo era una caja pequeña de 60 mm de diámetro (área de 28.27 cm<sup>2</sup>) y los sensibilizadores usados tenían un diámetro de 23 mm (área de 4.15 cm<sup>2</sup>), teniendo en cuenta que cada caja petri se dividió en dos partes para cultivar *E. coli* de un lado y *Salmonella* del otro y que se colocaron dos discos paralelos sobre el agar, la porción de área libre para que creciera la bacteria era de apenas 5.8 cm<sup>2</sup> donde al agregar la sustancia antibacteriana buena parte del área de cultivo también se debió haber impregnado de esta sustancia lo que imposibilita el crecimiento de las bacterias tanto para *Salmonella* como *E. coli*. A pesar de ello, las muestras donde se empleó leche materna y miel pura, sí presentaron un crecimiento bacteriano; a parte, también hay que tener en cuenta que, al igual que la miel en estado puro al igual que el aloe no es fácil de esparcir en el disco del antibiograma debido a su textura, lo que dificulta que esta sustancia se impregne bien al sensibilizador.

Es importante mencionar que la explicación a que, aunque ambos medios tuvieran exactamente los mismos componentes, su efectividad varió de forma notable, esto probablemente fue debido a la relación área de sustancia-área de crecimiento de la bacteria. Encontramos que en el primer medio utilizado (Macconkey) el área que posee el componente orgánico es mayor con respecto al área libre que posee la bacteria para su crecimiento, mientras que en el medio EMB el área disponible para el crecimiento de la bacteria es mayor que el área que posee el componente orgánico, lo que pudo haber favorecido el crecimiento de *E. coli* y *Salmonella sp.* y limitado la acción antibiótica de los componentes utilizados.

## CONCLUSIONES

La miel, la leche materna, el jengibre y el aloe sí tienen capacidades bactericidas, no obstante depende la cepa que se trate la efectividad que estos compuestos naturales tengan, se demostró que frente a *E. coli* la mayoría de estas soluciones si presentan efectividad en algún grado de pureza. Sin embargo, existen cepas lo suficientemente fuertes y resistentes como *Salmonella* que son inmunes a estas sustancias. En cuanto al área de cultivo este demostró ser un factor



crítico a la hora de probar la efectividad bactericida de un compuesto de origen orgánico, no obstante, más allá de se un sesgo metodológico se podría inferir que en etapas recientes de infección bacteriana donde el área colonizada por *E. coli* o *Salmonella* fuera muy pequeña se podría controlar el crecimiento exponencial de esta con jengibre y aloe vera puro y con miel y leche diluidas.

Los compuestos orgánicos con capacidades antibacterianas de origen animal tienen más efectividad al ser diluidos. Naturalmente, al solo tener en cuenta para este artículo dos elementos de este origen, se hacen necesarias futuras investigaciones para descartar errores y sesgos en los resultados, sin embargo, el estudio realizado ofrece esta hipótesis.

En cuanto a la actividad bacteriostática de cada uno de los componentes orgánicos es correcto afirmar que se determina en función de las variables antes mencionadas (área de crecimiento disponible, área de acción del componente orgánico, etc); si el área de crecimiento disponible para la bacteria es menor que el área de acción que posee el componente orgánico, entonces la capacidad bacteriostática será eficiente: a medida que el tiempo transcurra la bacteria no volverá a aparecer. Excepto en el caso de la leche materna en concentración pura y la miel en concentración pura, en el cual quizá será necesario incluir otra dosis del componente, pero es necesario investigarlo a mayor profundidad.

Podemos afirmar que efectivamente para un caso de infección leve por *E. coli* el tratamiento complementario con Jengibre y Aloe (diluido o puro) serviría positivamente, puesto que mata a la bacteria y cumple su función bacteriostática inhibiendo la reproducción de la misma. Sin embargo es fundamental recordar que los resultados anteriores tienen una gran variabilidad, por lo que consultar al médico es innegociable, puesto que al ser un tratamiento complementario con el fármaco recetado por el médico, es desconocido el efecto que tengan juntos. Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados anteriores, para la leche materna y la miel no es seguro afirmar su efectividad para el tratamiento complementario contra *E. coli* y mucho menos contra *Salmonella sp.* pues ninguna fue lo bastante eficaz para afirmar lo contrario, sin embargo, de tratarse en una área pequeña de infección en el que el área de acción antibiótica sea mayor, es posible que se de una mejoría, como sucedió en el medio Macconkey.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, M., Fraile, S., Michelangeli, F., Contreras, M. y Fernández, R. (2016). Evaluación in vitro de dos extractos de Aloe vera en bacterias patógenas. *Salus*. 20(3), 41-46.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-7138201600030009&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-7138201600030009&lng=es&tlng=es).



Alcora, M. (2021). Descubre la diferencia entre bacteriostático y bactericida. Alcora.

<https://alcora.es/blog/diferencia-entre-bacteriostatico-y-bactericida/>

American Public Health Association (1992) Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods 3rd Edition. APHA Inc. Washington

DC. <https://ajph.aphapublications.org/doi/abs/10.2105/MBEF.0222>

Andrews, J. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations. J Antimicrob Chemother. Suppl 1:5-16. doi: 10.1093/jac/48.suppl\_1.5.

Bascones, A., Aguirre, J., Bermejo, A., Blanco, A., Gay, C., Moles, G. y Vicente, J. (2005). Documento de consenso sobre el tratamiento antimicrobiano de las infecciones bacterianas odontogénicas. *Avances en odontoestomatología*, 21(6), 311-319.

Becton Dickinson GmbH. (2013). BD EMB Agar (Eosin Methylene Blue Agar), Modified. <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8765>

Becton Dickinson GmbH. (2014). BD MacConkey II Agar. <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8770>

Cabello, E. (2016). Aislamiento, Purificación E Identificación De Péptidos, Proteínas Y Glicoproteínas De Aloe Vera Con Actividad Antimicrobiana. [Tesis, Universidad Autónoma de Nuevo León].

<http://eprints.uanl.mx/13689/1/1080238059.pdf>

Cabello, E., Molina, G., Torres de la Cruz, V., Núñez, M., Oranday, A., Verde, M., Martínez, L. y Rivas, C. (2015). Actividad antimicrobiana del extracto proteico de hojas de *Aloe vera*. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 46(1), 41-46.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-01952015000100041&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952015000100041&lng=es&tlng=es).





- Cabrera, L., Ojeda de Rodríguez, G., Céspedes, E., & Colina, A. (1). Actividad antibacteriana de miel de abejas multiflorales (*Apis mellifera scutellata*) de cuatro zonas apícolas del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia*, 13(3). Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/profile/Graciela-Ojeda-De-Rodriguez/publication/262710053\\_Actividad\\_antibacteriana\\_no-peroxido\\_de\\_mieles\\_zulianas/links/5ac53ed1aca2720544cf7b11/Actividad-antibacteriana-no-peroxido-de-mieles-zulianas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Graciela-Ojeda-De-Rodriguez/publication/262710053_Actividad_antibacteriana_no-peroxido_de_mieles_zulianas/links/5ac53ed1aca2720544cf7b11/Actividad-antibacteriana-no-peroxido-de-mieles-zulianas.pdf)
- Cáceres, A. (2017). Determinación de la estructura primaria de la lectina V-2 de semillas de arveja (*Pisum sativum L.*) y su efecto antibacteriano en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Idesia (Arica)*, 35(1), 11-18. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000006>
- Calvo, J. y Martínez, L. (2009). Mecanismos de acción de los antimicrobianos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 27(1), 44-52. DOI: [10.1016/j.eimc.2008.11.001](https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.11.001)
- CDCespanol. (9 de Junio de 2022). Medicina complementaria y alternativa. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/spanish/cancer/survivors/patients/complementary-alternative-medicine.htm>
- Cercenado, E. y Saavedra, J. (2009). El antibiograma. Interpretación del antibiograma: conceptos generales (I). *Anales de Pediatría Continuada*, 7(4), 214–217. [https://doi.org/10.1016/s1696-2818\(09\)71927-4](https://doi.org/10.1016/s1696-2818(09)71927-4)
- Estapé, J. y Zboromyrska, Y. (2012). Brotes epidémicos causados por *Escherichia coli* diarreagénicas. *Gastroenterología y hepatología*, 35(2), 89-93.
- Feicán, N. (2015). Propiedades de las hojas de *annona muricata*, guanábana, en los tratamientos del cáncer, tena.



- Figuroa, I. y Verdugo, A. (2005). Mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella sp. Latinoamericana de Microbiología*, 47(1), 25-42.  
[https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2005/mi05-1\\_2e.pdf](https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2005/mi05-1_2e.pdf)
- Godínez, A., Zamora, Z., Martínez, V., Fleitas, E., Hernández, A. y Peña, F. (2017). Evaluación del efecto antibacterial del aceite de oliva ozonizado contra *Listeria monocytogenes*. *Abanico veterinario*, 7(1), 36-43.
- Gómez, C., Pérez, D., Bernal, M., Periago, M. y Ros, G. (2009). Compuestos funcionales de la leche materna. *Enfermería Global*, (16)  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412009000200020&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412009000200020&lng=es&tlng=es).
- Goncalves, C., Schiavon, D., Mota, F., Faccin, A., Schubert, R., Schiedeck, G. y Schuch, L. (2013). Actividad antibacteriana de los extractos de *Cymbopogon citratus*, *Elionurus sp.* y *Tagetes minuta* contra bacterias que causan mastitis. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 487-494.
- Guanoluisa, S. e Hidalgo, P. (2017). Efecto antimicrobiano del extracto, aceite esencial de jengibre (*zingiber officinale*) sobre cepas de *enterococcus faecalis*: Estudio in vitro. *Odontología*, 19(1), 89-97.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6128577>
- Hernández, E. (2008). Genealogía Histórica de la Lactancia Materna. *Enfermería Actual en Costa Rica*, 15, 1-6.  
<http://www.revenf.ucr.ac.cr/genealogiahistorica.pdf>
- Hygolet. (2019). Diferencia bacteriostático bactericida - Higiene para baños públicos - Marketing olfativo.  
<https://www.hygolet.es/blog/diferencia-bacteriostatico-bactericida/>



IDEXX Laboratories, Inc. (2022). Guía microbiológica para interpretar la concentración mínima inhibitoria (CMI). Idexx.es.  
<https://www.idexx.es/files/mic-gui%CC%81a-microbiolo%CC%81gica-es.pdf>

Junod T., López, J., Gädicke, P. (2013). Estudio de susceptibilidad antimicrobiana de Salmonella enterica en muestras de origen animal y alimentario. *Rev Med Chile*. 141(3), 298-304. doi: 10.4067/ S0034-98872013000300003.

Nataro, J. y Kaper, J. (1998) «Diarrheogenic Escherichia coli». *Clinical microbiology review*, 11(1), 142-201. <https://doi.org/10.1128/CMR.11.1.142>.

NCCAM. (2011). ¿Qué es la medicina complementaria y alternativa? Nih.gov.  
<https://files.nccih.nih.gov/s3fs-public/informaciongeneral.pdf>

Ordoñez, A. (2020). Evaluación del efecto inhibitorio de mezclas binarias de aceites esenciales en fase de vapor contra salmonella serovar montevideo en condiciones in vitro [tesis]. Benemérita universidad Autónoma de Puebla.  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/10526>

Organización Mundial de la Salud. (7 de Febrero de 2018). *E. coli*. Organización Mundial de la Salud.  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli#:~:text=por%20Shigella%20dysenteriae,-E..E>

Organización Mundial de la Salud. (20 de Febrero de 2018). Salmonella (no tifoidea). Organización Mundial de la Salud.  
[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Pelaez, L., Zavala, S. (2016). “Efecto del extracto etanólico de los rizomas de *Zingiber officinale* (jengibre) en el crecimiento de cepas patógenas de *Streptococcus pyogenes*.”. [Tesis, Universidad Nacional de Trujillo].



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1480/Pelaez%20Loyola%20Lizeth%20Margoth%20II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería 4(1): 57-62,2021 <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/index>

Rivera, L., Motta, P., Cerón, M. y Chimonja, F. (2012). Resistencia de la Salmonella a los antimicrobianos convencionales para su tratamiento. *Rev CES Med Vet Zootec.* 7(1), 116-29.

Salazar, Scarlet, Chávez, Mervin, Delgado, Xiomara, & Eudis Rubio, Tamara Pacheco. (2009). Lactancia materna. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 72(4), 163-166. Recuperado en 16 de diciembre de 2022, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06492009000400010&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492009000400010&lng=es&tlng=es).

Savia. (2019). Antibiograma. Salud Savia. <https://www.saludsavia.com/contenidos-salud/otros-contenidos/antibiograma>

Rivas, S., Sada, E., Hernández, R. y Tsutsumi, V. (2006). Péptidos antimicrobianos en la inmunidad innata de enfermedades infecciosas. *Salud Pública de México*, 48(1), 62-71. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342006000100010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342006000100010&lng=es&tlng=es).

Rodríguez, G. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Salud Pública de México*, 44(5), 464-475. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342002000500011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000500011&lng=es&tlng=es).

Rodríguez, L., Miranda, A., Escalona, A., Góngora, W., Batista, S. y Cobos, D. Investigación básica experimental para la definición de los parámetros críticos en el proceso de obtención de soluciones concentradas de propóleos (SCP).



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



*Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm.* 45(2), 179-200.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n2/v45n2a01.pdf>

Schencke, C., Vásquez, B., Sandoval, C. y del Sol, M. (2016). El Rol de la Miel en los Procesos Morfofisiológicos de Reparación de Heridas. *Revista Internacional de Morfología*, 34 (1), 385-395.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022016000100056>

Universidad Nacional de Colombia. (2019). Medicina alternativa, mercado creciente en Colombia - Sirvo a mi País - Función Pública. Gov.co. <https://www.funcionpublica.gov.co/web/sirvo-a-mi-pais/-/medicina-alternativa-mercado-creciente-en-colombia>

Vega, A., Ampuero, N., Diaz, L. y Lemus, R. (2005). El Aloe Vera (Aloe Barbadensis Miller) como componente de alimentos funcionales. *Revista Chilena de Nutrición*. 32(3). <https://www.redalyc.org/pdf/469/46914633005.pdf>

Vílchez, H. y Cervantes, L. (2021). Evaluación del efecto antibacteriano sinérgico de rifamicina en propóleo sobre bacterias grampositivas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 50(3).