

RECIBIDO EL 21 DE JULIO DE 2021 - ACEPTADO EL 21 DE OCTUBRE DE 2021

# EFECTO BACTERICIDA DEL ÁCIDO ACÉTICO PRESENTE EN EL VINAGRE, UNA ALTERNATIVA A DESINFECTANTES SINTÉTICOS O QUÍMICOS. REVISIÓN SISTEMÁTICA

## EFFECT ACETIC ACID BACTERICIDE PRESENT IN VINEGAR, AN ALTERNATIVE TO DISINFECTANTS SYNTHETIC OR CHEMICAL. SYSTEMATIC REVIEW

440

John Jairo Cáceres Espitia<sup>1</sup>

Liliana Caycedo Lozano<sup>2</sup>

Diana Marcela Trujillo Suárez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Tradicionalmente, en ambientes como laboratorios, el hogar o en lugares dedicados a la manipulación de alimentos, se suelen emplear desinfectantes de tipo sintético, que

<sup>1</sup> John Jairo Cáceres Espitia. Colombiano. Estudiante del Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico. Miembro del Semillero de Investigación (PGAIE) del Grupo de Investigación Planificación en Gestión Ambiental Eficiente del Programa de Ciencias Básicas. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

[jjcaceres@unicolmayor.edu.co](mailto:jjcaceres@unicolmayor.edu.co) Número de certificación CvLAC ID ORCID: 0000-0002-7194-4223

<sup>2</sup> Liliana Caycedo Lozano. Colombiana. Magíster en docencia de la Química, Licenciada en Química, Docente de tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Programa de Ciencias Básicas. Integrante del grupo de investigación Planificación en Gestión Ambiental Eficiente. [lcaycedo@unicolmayor.edu.co](mailto:lcaycedo@unicolmayor.edu.co).

Número de certificación CvLAC 0000660221 ID ORCID: 0000-0002-9274-3148.

<https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=aLW-rxUAAAAJ>

<sup>3</sup> Diana Marcela Trujillo Suárez. Colombiana. Especialista en Gestión Ambiental, Bacterióloga y Laboratorista Clínico. Docente de tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Programa de Ciencias Básicas. Integrante del grupo de investigación Planificación en Gestión Ambiental Eficiente. [diana.trujillo@unicolmayor.edu.co](mailto:diana.trujillo@unicolmayor.edu.co)

Número de certificación CvLAC 0001355381 ID ORCID 0000-0001-9462-0339

<https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=m2GBT50AAAAJ>

por el alto contenido de agentes químicos como el cloro, llegan a producir efectos perjudiciales para la salud. En la actualidad se han evaluado alternativas para producir y utilizar sustancias amigables con el medio ambiente, que sean lo menos nocivas posible, en este sentido se ha venido promoviendo el uso de desinfectantes ecológicos. En el caso de las cocinas, por ejemplo, la sobreexposición al uso de un desinfectante químico puede traer complicaciones al personal que labore allí y además el alimento pueda alterarse por efectos de la contaminación cruzada. Un ejemplo de alternativa de desinfección, que vale la pena revisar es el Vinagre, sus características químicas relacionadas con la presencia de ácido acético en concentración alta, puede desencadenar procesos de degradación más rápidos, que a su vez inciden en minimizar el riesgo tóxico asociado a sustancias químicas y sintéticas.

Centrado en lo anterior, el semillero PGAE adscrito al programa de Ciencias Básicas de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca orientó una revisión sistemática centrada en las propiedades químicas del Vinagre y de su constituyente fundamental (el ácido acético). Este trabajo fue presentado en la edición regional del encuentro de semilleros RedColsi (2021) en el marco de la investigación formativa y a continuación se relacionan los resultados más relevantes que sugieren la necesidad de realizar investigaciones centradas en el tema en cuestión, como una alternativa que pueda replicarse y usarse de manera generalizada en el marco de la química verde.

### **PALABRAS CLAVE**

Vinagre, acidez, ácido acético, desinfectante, orgánico, inorgánico.

### **ABSTRACT**

Traditionally, in environments such as laboratories, the home or in places dedicated to handling food, synthetic type disinfectants are usually used, which due to the high content of chemical agents such as chlorine, produce harmful effects on health. At present, alternatives have been evaluated to produce and use environmentally friendly substances, which are as less harmful as possible, in this sense the use of ecological disinfectants has been promoted. In the case of kitchens, for example, overexposure to the use of a chemical disinfectant can bring complications to the personnel who work there and also the food can be altered due to the effects of cross contamination. An example of a disinfection alternative that is worth reviewing is Vinegar, its chemical characteristics related to the presence of acetic acid in high concentration, can trigger faster degradation processes, which in turn minimize the toxic risk associated with chemical and synthetic substances.

4 4 1

Focusing on the above, the PGAE seedbed attached to the Basic Sciences program of the Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca guided a systematic review focused on the chemical properties of Vinegar and its fundamental constituent (acetic acid). This work was presented in the regional edition of the RedColsi seedbeds meeting (2021) within the framework of formative research and the most relevant results that suggest the need to carry out research focused on the subject in question as an alternative that can be replicated are listed below. and used widely within the framework of green chemistry.

### **KEYWORDS**

Vinegar, acetic acid, disinfectant, organic, inorganic.

## INTRODUCCIÓN

Los microorganismos son un grupo heterogéneo de organismos que presentan tamaños en micrómetros ( $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ mm}$ ), lo cual limita la observación a simple vista y se requiere de un microscopio para ser visualizados. Pueden ser procariotas (bacterias), eucariotas (protozoos, algas, hongos) e incluso entidades biológicas acelulares, como es el caso de los virus. (1)

Las bacterias, específicamente, pueden generar infecciones, por esa razón se utilizan sustancias denominadas desinfectantes sobre superficies y objetos inertes para eliminar la carga bacteriana, que conlleva a enfermedades, en el evento de que se presenten dichos procesos infecciosos se hace uso de agentes químicos denominados antibióticos, cuyo efecto se centra en minimizar las reacciones generadas por esta clase de microorganismos, los mecanismos de acción de estas sustancias pueden interpretarse en función de efectos bactericidas o bacteriostáticos y se encuentran agentes, como el caso del vinagre, en el que gracias confluyen propiedades relacionadas con muchos factores como son: los compuestos bioactivos que lo constituyen; la actividad antioxidante y antimicrobiana; las cepas bacterianas; la temperatura, el pH, la concentración de ácido y la fuerza iónica, que sumados, inciden y alteran lo que se denomina actividad antimicrobiana.(2)(3)(4)(5)(6)

## BACTERIAS

Las bacterias son los microorganismos más abundantes del planeta. (7) Se encuentran en todos los lugares terrestres y acuáticos; crecen hasta en las condiciones más extremas (físicas, químicas y biológicas), como son los manantiales de aguas calientes y ácidas, desechos radioactivos, e incluso, algunas bacterias pueden hasta sobrevivir en las condiciones extremas del lejano espacio exterior. Se estima que se pueden encontrar aproximadamente 40

millones de células bacterianas en un gramo de tierra y un millón de células bacterianas en un mililitro de agua dulce. (7),(8).

En el cuerpo humano se encuentran más bacterias que células humanas, con una gran cantidad de estos microorganismos en la piel y en el tracto digestivo, lo que se conoce comúnmente como que conocemos como flora o microbiota. (9) El sistema inmune hace que la mayoría de las bacterias no sean perjudiciales, aunque hay algunas de estas que pueden producir enfermedades, como la cólera, sífilis, lepra, tifus y difteria, entre otras, y aunque no todas produzcan algún daño, si es importante resaltar y ahondar en su estudio. (10)

Como se estableció anteriormente, el uso de antibióticos se utiliza para tratar las infecciones bacterianas. (3); por lo tanto es necesario precisar algunos términos asociados a este proceso que control.

## ANTIMICROBIANOS

Los antimicrobianos son sustancias químicas, bien sea de origen natural o sintético; en el primer caso, se encuentran los producidos por diferentes especies de microorganismos (11) (bacterias, hongos y actinomicetos, estas últimas, son un grupo de bacterias que tienen similitud con los hongos). En segundo lugar, la síntesis se propicia por métodos de laboratorio, e igualmente, su función es la de suprimir el crecimiento de otros microorganismos y pueden eventualmente destruirlos.

Los antimicrobianos difieren marcadamente en sus propiedades físicas, químicas y farmacológicas, así como en su mecanismo de acción y espectro antimicrobiano. (12, 13)

Existen en el mercado también productos conocidos como pesticidas microbianos, que son sustancias o mezclas utilizadas para eliminar o evitar el crecimiento de microorganismos ya sean bacterias, virus u hongos en objetos y superficies

inanimadas. Los productos antimicrobianos contienen aproximadamente 275 ingredientes activos diferentes y se comercializan en varias formulaciones: Aerosoles, líquidos, polvos concentrados y gases. (14)

### CLASIFICACIÓN Y MECANISMO DE ACCIÓN

En la práctica diaria, las clasificaciones que más se utilizan para los antimicrobianos son las que se basan en la acción que tienen estos sobre las bacterias, es decir, las que los clasifican según su mecanismo de acción. (15)

**Bacteriostáticos:** se refieren a aquéllos que inhiben la multiplicación bacteriana, la cual se reanuda una vez que se suspende el tratamiento. (4).

**Bactericidas:** Poseen la propiedad de destruir la bacteria, su acción es terapéutica irreversible. (16).

El uso más común de estos últimos, se relaciona con el efecto en superficies y objetos inanimados; la finalidad se centra en destruir o inactivar irreversiblemente bacterias y hongos, pero no necesariamente sus esporas. (17)

### ESPORAS

Las esporas son estructuras producidas por algunas clases de hongos, plantas y bacterias, En condiciones climatológicas favorables germinan, son muy resistentes a la desecación además de poseer una gran virulencia. (18)

Las esporas son entidades microscópicas que logran la dispersión y la supervivencia, es así como, en el caso de las bacterias, alcanzan resistencia al medio en el que se encuentran y a esto se suma que no utilizan esta estructura como un método reproductivo. (19)

Por lo anterior, en los procesos de desinfección se requiere el uso de esterilizadores que tengan la capacidad de eliminar esporas. (20)

### ESTERILIZADOR

Son objetos y maquinarias que tienen la capacidad de eliminar cualquier forma de vida; dependiendo su forma de uso se encuentran: el vapor bajo presión (autoclave), hornos de calor seco (utilizados principalmente para la esterilización de instrumentos médicos), gas a baja temperatura (óxido de etileno) (utilizado principalmente para la esterilización de instrumentos médicos), esterilizantes químicos líquidos (utilizados principalmente para instrumentos delicados que no pueden soportar altas temperaturas y gases). Todos lo anteriores están indicados para destruir o eliminar todas las formas de vida microbiana, incluyendo: hongos, virus, bacterias y sus esporas. (2)

Teniendo como base lo anterior, es claro que las esporas se consideran la forma más difícil de microorganismo para destruir. Por lo tanto, la EPA (por sus siglas en inglés Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) considera que el término esporicida es sinónimo de “esterilizador”. (20)

Cuando no es necesario usar un esterilizador para eliminar toda forma de vida, pero si desinfectar una zona, objetos, etc. se puede emplear el uso de un desinfectante. (2); este término es mucho más familiar en el lenguaje común de limpieza.

### DESINFECTANTE

Los desinfectantes son sustancias utilizadas para destruir los microorganismos o tener un efecto contra su desarrollo (inhibición), tienen su acción sobre una superficie u objeto inerte. Los desinfectantes se pueden utilizar en ciertas concentraciones que pueden llegar a tener efectos tóxicos o irritantes sobre los organismos vivos; por ello, se utilizan sobre materiales y no deben emplearse sobre la piel o mucosas. Los desinfectantes también se aplican sobre objetos para evitar su infección (2).

Entre las características de un desinfectante se pueden encontrar las siguientes:

Alto poder bactericida (que actúe a grandes diluciones).

Amplio espectro. (que actúe sobre varios microorganismos)

Estable (período activo aproximado 3 a 6 meses).

Homogéneo (concentración similar en todos los niveles de una solución).

Penetrante (de tensión superficial baja).

Soluble en agua, es útil para el lavado de piel, escaras, etc.

Soluble en grasas.

Compatible con otros productos químicos (jabón, cera, etc.).

Disponibilidad y buena relación costo- riesgo-beneficio (21).

Es conveniente aclarar aquí que en el caso de que la desinfección ocurra sobre un tejido el término se precisa y se describe con la palabra "antiséptico". (22)

### ANTISÉPTICO

Los antisépticos, son sustancias aplicadas de forma tópica, sobre los tejidos vivos; la aplicación más frecuente es sobre la piel, las mucosas y las heridas. La acción antiséptica requiere propiedades como: actuar contra el mayor número y variedad de microorganismos posibles, difundir con facilidad a través de la materia orgánica como exudados, fibras y pus, actuar de manera rápida y mantenida, y no lesionar los tejidos. (23)

Los antisépticos se utilizan para prevenir la infección y la descomposición al inhibir el

crecimiento de microorganismos en tejidos que se usan en humanos o animales vivos. (22)

Este tipo de sustancias, se consideran medicamentos y, por lo tanto, entre otros podemos encontrar los antibióticos, que son usados en las infecciones bacterianas. (3)

### ANTIBIÓTICOS

Son sustancias químicas producidas directamente por un ser vivo o sintetizadas en laboratorios; su función radica en que eliminan o impiden el crecimiento de cierta clase de bacterias, sensibles a su composición molecular. Por su relación directa en el tratamiento de infecciones por bacterias, se les conoce, de manera más general, como antibacterianos. (3)

Desde el descubrimiento de la penicilina, hace casi un siglo (1928), se han venido produciendo numerosos antibióticos que son usados para el tratamiento múltiples enfermedades causadas por bacterias. Como consecuencia se han controlado y disminuido muchas enfermedades y, aunado a ello, se ha presentado una significativa disminución de número de muertes en todas las regiones del planeta. (24)

Existen diferentes clases de antibióticos según su actividad y concentración, de manera general se puede establecer:

**Betalactámicos y glucopeptidos:** Producen una acción bactericida poco relacionada con la concentración. (25)

**Aminoglucósidos y fluoroquinolonas:** Poseen actividad bactericida dependiente de la concentración. (25)

**Macrólidos, tetraciclinas y cloranfenicol:** Se comportan preferentemente como bacteriostáticos, aquellos que tienen la capacidad de inhibir el desarrollo de ciertas bacterias. (25)

## EFECTO BIOCIDA

El término “biocida” alude a un conjunto de sustancias con la capacidad de eliminar o controlar la proliferación de microorganismos capaces de generar enfermedades en seres vivos, en el mercado que se encuentran disponibles productos que realizan esta función y pueden usarse tanto en el hogar, como en ambientes médicos. (26)

La acción del biocida esta mediada por factores, que permiten la injuria celular (daño celular irreversible) logrando el control del microorganismo y generando la eliminación de la bacteria o el control de la carga microbiana de manera exitosa, estos factores corresponden a los relacionados con la composición del biocida, la estructura y ultraestructura celular. (27)

El efecto biocida, centrado en agentes contaminantes bacterianos, puede resultar en una variante más específica que se conoce como el efecto bactericida. (27).

## EFECTO BACTERICIDA

De acuerdo con lo anterior, esta connotación se le atribuye a la capacidad que tiene una sustancia de ejercer una acción letal para la bacteria ya sea inhibiendo la síntesis de la pared, alterando la membrana citoplásmica o interfiriendo con algunos aspectos del metabolismo del ADN. (28).

Los bactericidas pueden venir en forma de desinfectantes, antisépticos o antibióticos. Como bien se ha establecido, las bacterias tienen la capacidad de sobrevivir en casi todas las condiciones en la tierra. Por lo tanto, las sustancias bactericidas cuentan con la propiedad de eliminar bacterias en condiciones definidas. (29).

Estas sustancias bactericidas se pueden emplear como desinfectantes los cuales se usan a concentraciones que pueden tener efectos

tóxicos o irritantes sobre los organismos vivos; por ello, se utilizan sobre materiales inertes y no deben emplearse sobre tejido vivo. (30)

Como se estableció anteriormente, aquellas sustancias que no tienen la capacidad de eliminar bacterias, pero sí de inhibir su crecimiento, se conocen como bacteriostáticos. (4).

## BACTERIOSTÁTICOS

Un efecto bacteriostático ocurre cuando la acción de una sustancia química, aunque no produce la muerte a una bacteria, impide su reproducción y su multiplicación, evitando la propagación sin la eliminación; la bacteria envejece y muere sin dejar descendencia; el efecto bacteriostático se produce por sustancias secretadas por otros organismos (plantas, hongos) con el objeto de defenderse contra los microorganismos. Algunas de estas sustancias bacteriostáticas son: Lactoperoxidasa, espermina del semen, ácido láctico, ácido fusídico, cloranfenicol. (4)

Los bacteriostáticos conforman un conjunto de sustancias con la capacidad de inhibir y hasta eliminar por completo formas de vida, como microorganismos, incluso las esporas que algunos producen. (2)(11)(12)(13)(14)(17)

En el marco de la química verde existen algunas sustancias naturales que pueden hacer uso de varias de las características antes mencionadas, una de ellas es el vinagre, que está compuesto en gran mayoría de ácido acético. (31)

## ÁCIDO ACÉTICO

Su fórmula es  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ , su producción depende en gran medida de catalizadores homogéneos y es un ácido que se encuentra en el vinagre, siendo el principal responsable de su sabor y olor agrios y característicos; de acuerdo con la IUPAC, se denomina sistemáticamente ácido etanoico. (13)(32)

En sus propiedades se destaca que es un líquido incoloro de olor fuerte e irritante. También puede ser un sólido similar al hielo a temperaturas inferiores a 62°F (17°C). Se utiliza en la elaboración de fármacos, tintes, plásticos, aditivos alimentarios e insecticidas. (32)

Su solubilidad se debe a que el anión acetato, [C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>]<sup>-</sup>, es la base fuerte conjugada del ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH), un ácido débil, este ion tiene características de alta solubilidad en agua (33) y además de ser soluble en alcohol, eter, glicerina, acetona, benceno y tetracloruro de carbono, todo ello explicado en parte por la formación de puentes de hidrógeno. (34)

Las concentraciones de acidez en soluciones de ácido acético que pueden tener una efectividad antimicrobiana se encuentran en un 5% y para restringir crecimiento de microorganismos como el *Staphylococcus aureus* (2.5%) y para *E.coli* alrededor de un 0.1%. (35)

Hay sustancias de uso común, que tienen una alta concentración de ácido acético, como es el caso del vinagre, muy especialmente el vinagre blanco, el cual cuenta con una alta concentración del ácido en cuestión. (31)

El vinagre blanco es una clase de vinagre con mayor concentración "relativa" de ácido acético y, por tanto, se constituye en una excelente opción en la implementación de protocolos de desinfección, por ejemplo, en odontología ha sido propuesto como agente en la desinfección de cepillos, puesto que, estudios previos refieren que en concentraciones del 3% hasta 50% el vinagre tiene efecto bactericida sobre microorganismos que pudieran colonizar dichos cepillos (31)

## VINAGRE

El vinagre es aquella solución de ácido acético producido por fermentaciones secuenciales de etanol y ácido acético y se utiliza en aplicaciones y preparaciones alimentarias donde se pueden llegar a producir varios ácidos orgánicos como el acético, tartárico, láctico, málico y cítrico como resultado de la oxidación de azúcares y alcoholes, donde el acético es el predominante. (36)

Por lo anterior y atendiendo a todas las características y precisiones de desinfección bacteriana antes mencionadas, el vinagre reúne propiedades químicas que son comparables con otros desinfectantes como es el caso del hipoclorito de sodio en aspectos como el efecto antibacteriano contra microorganismos patógenos causantes de diferentes infecciones, como lo es el *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* entre otros, y algunos hongos. (36)

Este efecto antibacteriano va a depender principalmente de la concentración del ácido acético en la solución del vinagre.

En un estudio de tipo experimental se demostró el efecto antibacteriano comparativo in vitro del vinagre de manzana a concentraciones de 2.5% y 5% y del hipoclorito de sodio al 5.25% sobre una muestra inoculada con *E. faecalis*, y como resultado se resalta que el efecto bactericida del ácido acético se debe a la capacidad de acidificar el medio donde es aplicado proporcionando así propiedades antibacterianas. (30)

## REFLEXIÓN

De acuerdo con la revisión realizada y teniendo claros los significados aquí presentados, se considera pertinente plantear investigaciones relacionada con los efectos que sobre los microorganismos específicos causan soluciones de vinagre a diferentes concentraciones de ácido acético. Teniendo claridad en estos aspectos, se pueden formular protocolos de desinfección como alternativas naturales ante distintos desinfectantes sintéticos y en los que usualmente se presentan sustancias químicas tóxicas en mayor o menor concentración, dichas especies químicas pueden representar riesgos para la salud. Igualmente se puede inferir que su uso como bactericida podría constituirse en su papel mecanismo de acción principal por la acción del efecto ácido sobre los microorganismos en general y las bacterias, específicamente. El vinagre como alternativa al uso de productos con altas concentraciones de cloro minimiza los riesgos de intoxicación en procesos como lavado de verduras, utensilios, superficies y otros alimentos. Por lo anterior, resulta pertinente hacer diseños experimentales que permitan verificar con diferentes cepas bacterianas la efectividad de la sustancia en mención. (37,38,39,40,41,42,43,44).

## CONCLUSIONES

El ácido acético, como constituyente principal del vinagre se puede implementar en protocolos de desinfección en espacios de fabricación y manipulación de alimentos, debido a que cuenta con propiedades similares a ácidos inorgánicos que son componentes esenciales de los desinfectantes comerciales más usados.

Los procesos de desinfección que se mencionan en el presente texto exigen factores para su eficacia que pueden conservarse y mantenerse en soluciones que ácido acético incluso a concentraciones bajas.

La identificación de microorganismos y los mecanismos de reacción que sobre ellos ejercen los agentes de limpieza, deberían ser objeto de interés por las investigaciones en el marco de la química verde, por cuanto el uso de agentes químicos sintéticos tiene efectos nocivos no solo sobre la salud sino también afectaciones ambientales, como la contaminación de masas de agua. (46,47,48,49,50)

Las concentraciones y las diluciones efectivas y con efectos bactericidas ante los diferentes tipos de bacterias deben ser de especial atención en los protocolos que sobre el uso del vinagre se diseñen.

Las campañas de difusión relacionadas con el uso de agentes desinfectantes naturales, deberían impulsarse desde el campo de la educación y la comunicación ambiental, con el fin de que el efecto sea masivo y significativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sancho Martinez M. (2016) Microbiología básica (I): El mundo invisible. All you need is Biology.
2. González Bosoquet L. (2003.) Antisépticos y desinfectantes. Ambito farmacéutico.
3. Real Academia Española. (2019) Antibiótico. Asociación de Academias de la Lengua Española.
4. Marielsa G, Gonzalez M, Orlandi O, et al. (2020) Actividad bacteriostática y bactericida de extractos etanólicos de propóleos venezolanos y europeos sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.
5. Yagnik D, Ward M, Shah J. (2021) Antibacterial apple cider vinegar eradicates methicillin resistant *Staphylococcus aureus* and resistant *Escherichia coli*. *Sci Rep*. Vol. 1. Num. 11

6. Gopal et al. (2021) Afirmaciones de remedio casero de vinagre de sidra de manzana autenticante: propiedades antibacterianas, antifúngicas, antivirales y aspecto de citotoxicidad. *Nat Prod Res.* Vol. 6. Num. 33.
7. Fredrickson et al. (2004) Geomicrobiology of high-level nuclear waste- contaminated vadose sediments at the hanford site, Washington state.
8. Whitman et al. (1998) Prokaryotes: the unseen majority.
9. Sears C. (2005) A dynamic partnership: Celebrating our gut flora. *Rev. Anaerobe.*
10. Casotillo I. (2016) Las bacterias estudio y cambios a lo largo de la historia. *Revista Digital Universitaria UNAM.* Vol. 17. Num. 5.
11. Sanchez et al. (2006) Los actinomicetos en la fertilidad y producción agrícola. Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich, México.
12. Calderwood S y Moellering D Jr. (1998) Principios de tratamiento antiinfeccioso. En: Stein LH. *Medicina interna.* 2 ed. La Habana: Editorial Científico-Técnica;1469-86.
13. Bowman WC y Raud M (1987) Coloraciones bacterianas. En: Bowman WC, Raud M. *Farmacología: bases químicas y patológicas.* 2 ed. La Habana: Editorial CientíficoTécnica;13:6-16.
14. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU (EPA) (2013). Pesticidas antimicrobianos. [http://www.epa.gov/oppad001/ad\\_info.htm](http://www.epa.gov/oppad001/ad_info.htm)
15. Cordiés et al. (1998) Principios generales de la terapéutica antimicrobiana. Hospital Clínicoquirúrgico, Centro Habana, Ciudad de La Habana, Cuba. *ACTA MEDICA* ;8(1):13-27
16. Jawetz E. (1989) *Quimioterapia antimicrobiana.* En: Jawetz E. *Manual de microbiología médica.* 9ed. México, DF: Editorial El Manual Moderno, SA de CU, :110-53.
17. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU (EPA) (2013). Desinfectantes. [http://www.epa.gov/oppad001/ad\\_info.htm](http://www.epa.gov/oppad001/ad_info.htm)
18. Fraser et al. (2006). Enfermedades infecciosas de los pulmones. *Fundamentos de las enfermedades del tórax*, 222–336. <https://doi.org/10.1016/B978-84-458-1603-5.50006-X>
19. León R y Duque S (2019). Endosporulación en micobacterias. *Revista Biosalud.*; 18 (1): 85-96. [10.17151/biosa.2019.18.1.7](https://doi.org/10.17151/biosa.2019.18.1.7)
20. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU (EPA) (2013). Esterilizadores. [http://www.epa.gov/oppad001/ad\\_info.html](http://www.epa.gov/oppad001/ad_info.html)
21. Piédrola G. (2002). *Medicina Preventiva y salud pública.* 10a ed. España. Masson.   
[https://www.sempsph.com/images/001\\_FM.pdf](https://www.sempsph.com/images/001_FM.pdf)
22. 41. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU (EPA). (2013). Antiséptico. [http://www.epa.gov/oppad001/ad\\_info.htm](http://www.epa.gov/oppad001/ad_info.htm)

23. Juana B. (2005) Universidad Complutense de Madrid. Antisépticos. <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-antisepticos-13078716>
24. Muñoz D. (2004) LOS ANTIBIÓTICOS Y SU SITUACIÓN ACTUAL. VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA.
25. Flórez J (1998). Farmacología humana (3.<sup>a</sup> edición). <https://christophermedicina.files.wordpress.com/2016/09/j-florez-3ra-ed.pdf>
26. Sebastián S y María B. (2002). Riesgo toxicológico medioambiental de compuestos activos utilizados para la desinfección de torres de refrigeración. <https://books.google.es/books?id=zD3cknx88AgC&pg=PA1&dq=Los+bicidas+pueden+ser&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwiA8rGOgobSAhWBJ8AKHYvACw8Q6AEIXzAJ#v=onepage&q=Los%20bicidas%20pueden%20ser&f=false>
27. Patiño et al. (2018) Uso de biocidas y mecanismos de respuesta bacteriana. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002018000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002018000300014)
28. Calvo, J y Martínez-Martínez, L. (2009). Mecanismos de acción de los antimicrobianos. Enfermedades infecciosas y microbiología clínica, 27(1), 44–52. <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-mecanismos-accion-antimicrobianos-S0213005X08000177>
29. Decreto 1545 de 1998 - EVA - Función Pública. (s/f). Gov.co. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9241>
30. Omar C. (2016). Efecto antibacteriano comparativo in vitro del vinagre de manzana y del hipoclorito de sodio como agentes irrigadores de conductos radiculares para eliminar *Enterococcus faecalis*.  
<http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1137/CHAVEZ%20GALARRETA%20OMAR%20PERSICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. Herrera et al. (2021). Actividad antimicrobiana del ácido acético y el cepillo colgate 360° antibacterial®: un estudio in vitro. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia - Vol. 24 N.º 1 – 2024.
32. N., & Acético, Á. (2016). Derecho a Saber Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas. Wwww.nj.gov. <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0004sp.pdf>
33. Guardado B. (2009). Elaboración de una guía practica para determinar la solubilidad de las sustancias basándose en el tipo de enlace químico y de acuerdo a la posición de los elementos en la tabla periódica. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2770/1/Guardado%20Guardado,%20%20Brenda%20Lissette.pdf>
34. Ramírez B. (2015) obtención de acetato de etilo por destilación Reactiva con resina acida como catalizador. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/1020/225.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

35. Darshna et al (2018). Antimicrobial activity of apple cider vinegar against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*; downregulating cytokine and microbial protein expresión. Vol. 8. Num. 100.
36. Nilgün et al. (2014). Functional Properties of Vinegar. *Concise Reviews in Food Science*. Vol. 79. Num. 5.
37. Suescún S y Avila S. (2017). Evaluación microbiológica en programas de alimentación escolar en instituciones educativas en el Departamento de Boyacá – Colombia – Vol. 15, #28.
38. Rodríguez et al. (2017). Actividad antimicrobiana de cuatro variedades de plantas frente a patógenos de importancia clínica en Colombia. – Vol. 15, #27 .
39. Rodriguez et al. (2016). Actividad antibacteriana y antioxidante de *Baccharis revoluta* Kunth. – Vol. 14, #25.
40. Castañeda et al. (2016). Perfil de resistencia a antibióticos en bacterias que presentan la enzima NDM-1 y sus mecanismos asociados: una revisión sistemática. Vol. 14, #25.
41. Lapenna et al. (2003). ACTIVIDAD BACTERICIDA Y FUNGICIDA DE ALGUNAS PLANTAS UTILIZADAS EN LA MEDICINA TRADICIONAL VENEZOLANA. *Revista del Instituto Nacional de Higiene*, 34(1), 6–9. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S0798-04772003000100002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_artext&pid=S0798-04772003000100002)
42. Rutala, W y Weber, D (2008). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities*. Atlanta, Estados Unidos. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/disinfection-guidelines-H.pdf>
43. Yoneda et al. (2001). Recent advances in processes and catalysts for the production of acetic acid. East Algonquin Road, Des Plaines, Estados Unidos. [https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/1165084](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/1165084)
44. Gladys et al (2012). El ataque de las bacterias: Cómo prevenirlo sin morir en el intento. Bogotá, Colombia. Recuperado el 03 de febrero de 2020, de: Vol. 10, #18.
45. Christian N. Universidad del Bío-Bío. Guía de Laboratorio. (2018). <http://ciencias.ubiobio.cl/quimica/web/wp-content/uploads/2018/11/Gui%CC%81a-de-laboratorio-Quimica-Organica-2018.pdf>
46. Fisher Scientific SL. (2020). Ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>). <https://www.fishersci.es/es/es/products/I9C8K53O/acetic-acid.html>
47. U.S. National Library of Medicine. Cellulose acetate. (2018). <https://www.nlm.nih.gov/toxnet/index.html>
48. Roth, C. (2018) Ficha de datos de seguridad Ácido acético. <https://www.carlroth.com/medias/SDB-3738-ES-ES.pdf>
49. PubChem. (2020). Ácido acético. Resumen compuesto. [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acetic\\_acid](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acetic_acid)

50. Huertas, O. (2020). Hiperce-tonemia: bioquímica de la producción de ácidos grasos volátiles y su metabolismo hepático. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v23n1/2619-2551-rudca-23-01-e1304.pdf>
51. Fisher Scientific SL. (2020). Ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>). <https://www.fishersci.es/es/es/products/I9C8K53O/acetac-acid.html>
52. U.S. National Library of Medicine. Cellulose acetate. (2018). <https://www.nlm.nih.gov/toxnet/index.html>