

# Efectos Terapéuticos del Ajo (*Allium Sativum*)

Heidi Rubí Ramírez-Concepción<sup>a</sup>, Liliana Narcedalia Castro-Velasco<sup>a</sup>, Erika Martínez-Santiago<sup>a</sup>

## Resumen

El ajo (*Allium sativum*) es un bulbo perteneciente a la familia Liliaceae, ha sido utilizado con fines curativos desde tiempos antiguos. En los últimos tiempos se ha incrementado el número de estudios sobre la efectividad del ajo. Trabajos recientes señalan la existencia de gran cantidad de sustancias, muchas de ellas azufradas, con importantes aplicaciones en el campo de la salud. El objetivo de este trabajo fue revisar los resultados de numerosos estudios referentes al ajo en relación con los efectos antioxidantes, anticancerígenos y antibacterianos.

**Palabras clave:** *Allium sativum*, propiedades químicas, efecto antioxidante, efecto cardiovascular, anticancerígeno, antifúngico y antimicrobiano.

## Abstract

Garlic (*Allium sativum*) is a bulb belonging to the Liliaceae family, it has been used for medicinal purposes since ancient times. In recent times it has increased the number of studies on the effectiveness of garlic. Recent studies indicate the existence of a large number of substances, many of which are sulphurous with important applications in the field of health. The aim of this study is to investigate and review the results of numerous studies on garlic in connection with the antioxidant, cardiovascular, anticancer, antifungal and antibacterial effect.

**Keywords:** *Allium sativum*, chemical properties, antioxidant effect, cardiovascular effect, anticancer, antifungal and antibacterial.

## Introducción

La fitoterapia consiste en el tratamiento de enfermedades a través de las plantas y sustancias vegetales, es la medicina más antigua y probada del mundo. Las plantas medicinales pueden tener una eficacia similar al de los medicamentos convencionales<sup>1</sup>.

El ajo se ha utilizado desde la antigüedad tanto por sus aplicaciones culinarias como por sus múltiples propiedades terapéuticas. La producción mundial anual es de 11.79 millones de toneladas, destacando China con 74% de la producción, seguido por Corea, India y Estado Unidos. México tiene 0.55% de dicha producción, con 65 200 toneladas y una superficie sembrada de 5 654, los estados con mayor producción son Zacatecas, Guanajuato, Baja California, Aguascalientes y Sonora<sup>2-3</sup>.

El ajo contiene numerosos componentes activos como aminoácidos, minerales, vitaminas y

en cantidades menores ácido fólico, ácido pantoténico y niacina<sup>4</sup>. Sin embargo, destacan los componentes azufrados como la alicina, aliina, alixina, alil metano, tiosulfonato, dialil disulfuro, dialil trisulfuro, alil metil trisulfonato, s-alil mercaptocisteína, ajoene, 2-vinil-4h-1, 2-ditiina, 5-alilcistina y adenosina que contribuyen en el efecto benéfico para la salud<sup>5</sup>.

## Ajo (*Allium sativum*)

El ajo es una planta de nombre científico *Allium sativum*, el término *Allium* procede de la palabra *All*, que significa "ardiente o caliente" mientras que el nombre "*sativum*" procede del latín que significa "cultivado"<sup>6</sup>. Tiene origen en Asia Central, en estado silvestre se encuentra en la India, el Cauca y en la parte occidental, desde Asia Central, a través de Asia Menor y Egipto, se difundió

<sup>a</sup> Universidad de la Sierra Sur, Licenciatura en Nutrición, Guillermo Rojas s/n esq. Av. Universidad, Col. Universitaria, C.P. 70800, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca

Correspondencia: Heidi Rubí Ramírez-Concepción  
Universidad de la Sierra Sur, Licenciatura en Nutrición  
Correo electrónico: heidi\_rnz.13@hotmail.com

por toda Europa, de donde pasó a África y luego del descubrimiento, a América<sup>7</sup>.

El género *Allium* contiene más de 300 especies de plantas; entre ellas se encuentra *Allium sativum* (ajo), que es un bulbo perteneciente a la familia Liliaceae y subfamilia Allioideae<sup>8</sup>. El verdadero tallo del ajo es pequeño, de aproximadamente 3 cm de diámetro y 5 mm de altura, en forma de plato y de él nacen las hojas y las raíces. Las hojas están formadas por una vaina y un limbo aplanado, estrecho, largo y fistuloso, con un nervio central bien desarrollado y puntiagudo al final. Las vainas son de forma cilíndrica y llegan a constituir el falso tallo o pseudotallo corto y erecto, característico de la planta. Las hojas alcanzan un tamaño de 20 a 50 cm de longitud y de 1 a 3 cm de ancho. En las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y al morir éstas, se convierten en protectoras de los bulbos. El bulbo del ajo está compuesto por varios bulbillos, denominados dientes, unidos a una base. En las axilas de las hojas se forman de seis a siete dientes, por lo que reciben el nombre de hojas fértiles, y las hojas de la primera hasta la quinta o sexta reciben el nombre de hojas estériles. Los dientes son envueltos por las túnicas interiores y el bulbo completo por las exteriores. El tamaño de los dientes formados en las axilas de las hojas fértiles de distintas categorías, es desigual. Como regla fundamental, los dientes más grandes se forman en las hojas fértiles y luego su peso promedio disminuye paulatinamente. El número de dientes en un bulbo no es igual para las diferentes variedades<sup>9</sup>.

## Composición química

El ajo tiene distintos componentes, entre ellos, se encuentran el agua y los carbohidratos como la fructosa, compuestos azufrados, fibra y aminoácidos libres (Tabla 1). Contiene altos niveles de vitamina C y A y bajos niveles de vitaminas del complejo B (Tabla 2). Así mismo, posee un alto contenido de compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles. En cuanto a los minerales, tiene niveles importantes de potasio, fósforo, magnesio, sodio, hierro y calcio. También, presenta contenido moderado de selenio y germanio, pero la concentración de estos minerales va a depender del suelo donde crecen los bulbos (Tabla 3)<sup>8</sup>.

Entre los compuestos azufrados que predominan en el ajo se encuentran: alixina, alicina, aliina,

ajo en, adenosina, alil metano tiosulfonato, dialil disulfuro, dialil trisulfuro, alil metil triosulfonato, S-alil mercaptocisteína, 2-vinil-4H-1,2-ditiina y 5-alilcisteína (Figura 1)<sup>5-10</sup>.

En el ajo también se encuentran hormonas que actúan de manera similar a las hormonas sexuales masculinas y femeninas, otras sustancias como fermentos, colina, ácido hidrorodánico y yodo, además se han aislado hasta 17 aminoácidos entre los cuales se encuentran: ácido aspártico, asparagina, alanina, arginina, histidina, metionina, fenilalanina, leucina, serina, treonina, prolina, tripófano y valina<sup>5</sup>.

## Efecto antioxidante

En los últimos años se ha empezado a estudiar distintas enfermedades que afectan la salud del ser humano y que son causadas por un incremento de especies reactivas de oxígeno (EROS), también conocidos comúnmente como radicales libres. Los compuestos endógenos son generados principalmente por el cuerpo humano y los exógenos provienen de los procesos y desechos de la industria. Las altas concentraciones de estos compuestos son los responsables de generar el estrés oxidativo en las células. A este se le atribuye la generación de diversas patologías como el Alzheimer, Parkinson, lesión cerebral hipertensiva, distrofia muscular, esclerosis múltiple, cáncer, catarogénesis, degeneración de la retina, fibroplasia retrolental, enfermedades autoinmunes, artritis reumatoide, diabetes mellitus (DM), síndrome metabólico, anomalías cardiovasculares, hipertensión, trastornos nefrológicos, enfisema pulmonar, infarto, artritis reumatoide, anemia, hepatitis, pancreatitis, envejecimiento, enfermedad de Werner (envejecimiento prematuro), arrugas prematuras y resequead de la piel, disfunción endotelial, entre otras<sup>11</sup>. Estudios e investigaciones han dejado claro que este efecto se puede prevenir con el consumo de moléculas antioxidantes.

En estudios realizados, Navarro<sup>7</sup> hizo hincapié sobre el efecto antioxidante que tiene el extracto de *Allium sativum*, ya que en estudios *in vitro* realizados con células amnióticas humanas, se observó la disminución de la producción de radicales libres. De la misma manera existen trabajos que mencionan que el ajo puede aumentar los niveles de glutatión (GSH) en las células y al mismo tiempo disminuye los niveles de la forma oxidada

Tabla 1. Composición química de *Allium sativum*.

Análisis proximal	*Cantidad
Agua	58.58 g
Energía	149 kcal
Proteína	6.36 g
Lípidos totales	0.5 g
Carbohidratos (por diferencia)	33.06 g
Fibra dietética	2.1 g
Azúcares totales	1 g

\*100 g de ajo fresco.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Contenido de vitaminas en *Allium sativum*.

Vitaminas	*Cantidad
Vitamina C	31.2 mg
Tiamina	0.2 mg
Riboflavina	0.11 mg
Niacina	0.7 mg
Vitamina b6	1.235 mg
Folato	3 µg
Vitamina A	9 UI
Vitamina E	0.08 mg
Vitamina K	1.7 µg

\*100 g de ajo fresco.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Contenido de minerales en *Allium sativum*.

Mineral	*Cantidad
Calcio	181 mg
Hierro	1.7 mg
Magnesio	25 mg
Fósforo	153 mg
Potasio	401 mg
Sodio	17 mg
Zinc	1.16 mg

\*100 g de ajo fresco.

Fuente: Modificado de United States Department of Agriculture (USDA, 2013)<sup>12</sup>.

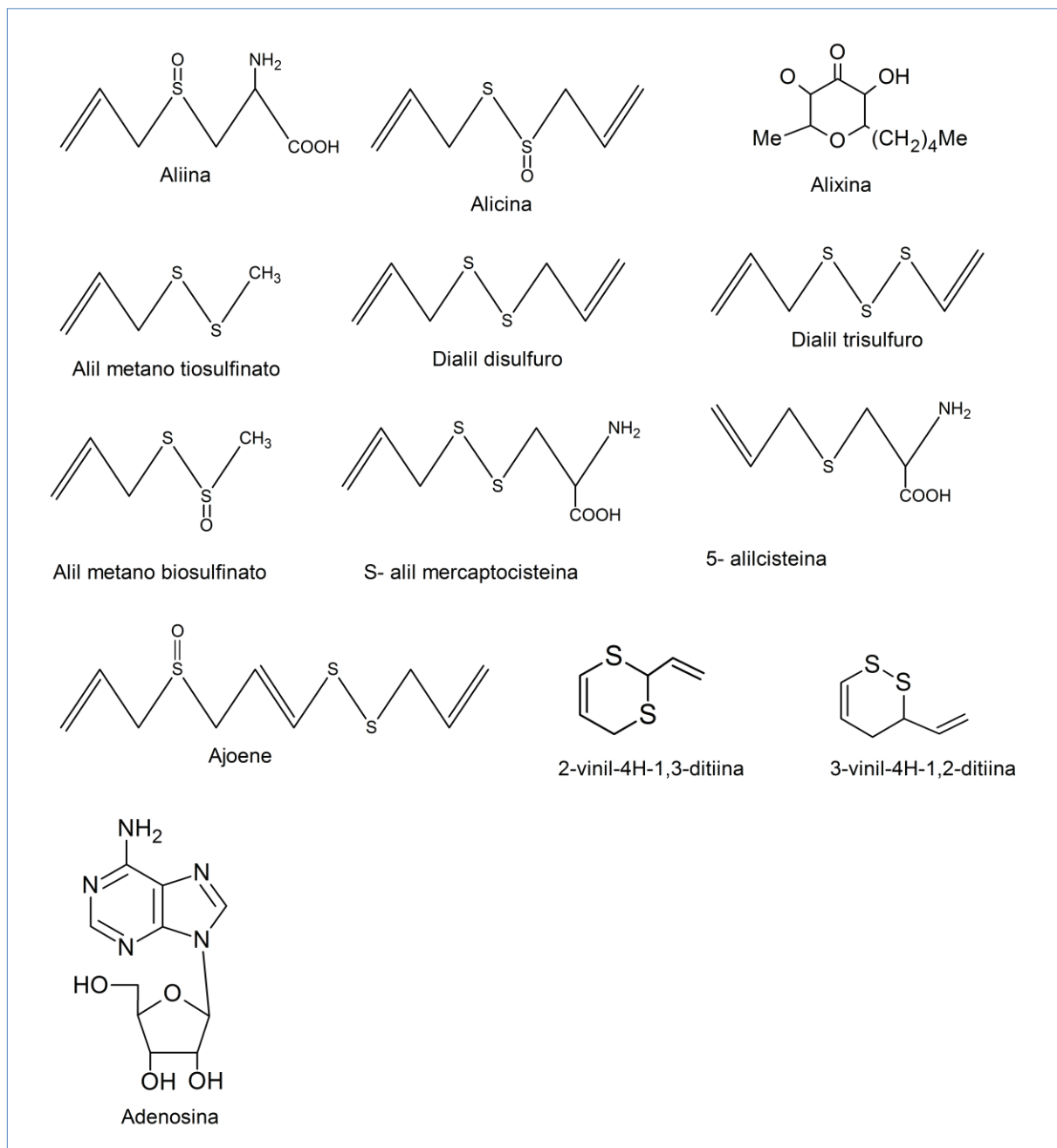


Figura 1 Estructuras químicas de los compuestos azufrados del *Allium sativum*.  
Fuente: Basado en las estructuras depositadas en la base de datos del PubChem Compound.

del glutatión (GSSG), se cree que es debido a un aumento de la actividad de la GSSG reductasa. Además, el ajo también aumenta la actividad de otra enzima antioxidante llamada superóxido dismutasa en las células. De la misma manera se ha observado el efecto antioxidante de *Allium sativum* ya que protege la membrana celular de los hepatocitos de la peroxidación lipídica<sup>1</sup>.

López<sup>13</sup> señala que los componentes que principalmente tiene mayor actividad antioxidante son S-alil-cisteína y alicina. La aliina es una sustancia inodora e inestable. El efecto antioxidante es dependiente de la dosis y el tiempo en el que es aplicado. Asimismo, el efecto antioxidante refuerza el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentan la actividad de enzimas

antioxidantes celulares (superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, etc.), protegen las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación por los radicales libres e inhiben la activación del factor nuclear Kappa B (factor de transcripción inducido por oxidantes).

Años después Rahman et al.<sup>14</sup> reportaron que la alicina es el principal compuesto biológicamente activo del ajo fresco (*Allium sativum*). Este es producido por la interacción de la aliina aminoácido no proteico con la enzima aliinasa. Para la determinación de la cantidad del compuesto presente en el tejido, sometieron el extracto de *Allium sativum* a high-performance liquid chromatographic (HPLC) ya que la alicina es un compuesto inestable y con otros métodos de separación resultan alterados los resultados. Como parte final del estudio sometieron a pruebas de HPLC el extracto de *Allium sativum*, en el cual la actividad antioxidante fue visible a simple vista ya que cuando el HPLC se colocó en un vial de la muestra, en cuestión de segundos, el profundo color púrpura del HPLC empezó a desaparecer y en menos de diez minutos, la muestra y la mezcla de HPLC volvió a un color amarillo pálido.

Queiroza et al.<sup>15</sup> refieren que el efecto antioxidante depende de la forma en la que se encuentra *Allium sativum*, indicando que el ajo frito tiene mayor cantidad de polifenoles en comparación con el ajo almacenado, que estaba listo para el consumo, sin embargo, existen otros factores que se deben de tomar en cuenta, para la determinación de estos juicios. En otros estudios, Suárez<sup>16</sup> reportó la presencia de compuestos que están asociados al efecto antioxidante, esto se llevó a cabo mediante un análisis multielemental de la muestra de extracto por inductively coupled plasma-mass spectrometry, con lo que se concluyó que existe presencia de minerales como y probablemente están implicados en la reducción de la oxidación celular.

### Efectos del ajo sobre los niveles de lípidos y lipoproteínas séricas

Estudios realizados en animales de experimentación muestran que el ajo modifica los lípidos sanguíneos<sup>17</sup>. En humanos, sus extractos en polvo o aceites esenciales se han mostrado capaces de contrarrestar el aumento de colesterol y triglicéridos sanguíneos por la ingesta de grasas

saturadas<sup>18</sup>. Este efecto persiste después de que el ajo sea cocinado. Así mismo, se trató con ajo a pacientes con hipercolesterolemia y observó una disminución del 29% en los niveles de colesterol después de 2 meses<sup>19</sup>.

En otros estudios realizados por Damnau (1941)<sup>20</sup> en pacientes con enfermedad coronaria arterial, la medicación con aceite esencial de ajo durante 5 meses provocó una disminución del 10% del colesterol del suero y de un 21% en los triglicéridos. Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) se incrementaron un 31 % y las de baja densidad disminuyeron en un 7.5%. Después de 8 meses de tratamiento, los niveles de colesterol y triglicéridos habían disminuido un 17% y un 20% respectivamente, al tiempo que se produjo un incremento de los niveles de HDL.

El ajo reduce los niveles de colesterol en un 12% asimismo los de triglicéridos, y que esta reducción se hace patente a las 4 semanas de tratamiento. La máxima reducción de colesterol se daba con el empleo de ajo crudo, a una dosis diaria de 10 g (3 dientes) o de aceite de ajo a una dosis diaria de 8 mg<sup>21</sup>.

### Efecto sobre la tensión arterial y endotelio vascular

En un estudio realizado en ratas adultas machos de la cepa Holtzman con un peso de  $200 \pm 10$  g. Se utilizaron los bulbos de ajo, siendo estas las principales partes en donde se obtuvo la actividad biológica. Los ajos (500 g) se suspendieron en una solución hidroalcohólica (1500 mL al 75%), previamente, fueron pelados y cortados en rodajas y almacenados por 40 días a una temperatura entre 60-70 °C, posterior a ello, se mantuvieron suspendidos en una maceración anaerobia por 18 semanas<sup>22</sup>. Los resultados del estudio permitieron evidenciar el efecto hipotensor del ajo macerado a mediano tiempo, en distintas dosis de evaluación. De tal manera, el incremento en la dosificación de los tratamientos basados en ajo produce una mayor respuesta hipotensora cercano al efecto alcanzado por los fármacos.

Se ha demostrado que el ajo posee propiedades y efectos positivos sobre los factores de riesgo cardiovascular, ya que reduce la hiperlipidemia y la hipertensión. En base a su potencial anti-arterosclerótico, se han apoyado en el uso del ajo para la

prevención de las enfermedades cardiovasculares. Los escasos efectos secundarios del ajo, hacen de este y de sus componentes químicos una atractiva herramienta terapéutica en el campo cardiovascular, acercando la posibilidad de prolongar la vida sin poner en peligro su calidad<sup>6</sup>.

## Efecto antimicrobiano

De manera natural el cuerpo humano convive en simbiosis con billones de microorganismos como bacterias, hongos y protozoarios, principalmente concentrados en el tracto gastrointestinal y la piel. Estos microorganismos juegan un papel trascendental para la salud humana, así como constituyen un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades. Por lo tanto, existe la necesidad de crear una variedad de compuestos antimicrobianos que sean más efectivos y menos tóxicos<sup>23</sup>.

En diversas preparaciones, el ajo ha demostrado que la alicina exhibe un amplio espectro de actividad antibacteriana contra bacterias gram-negativas y gram-positivas como *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium* y *Mycobacterium tuberculosis*<sup>24</sup>.

El principal efecto antimicrobiano de alicina se debe a su reacción química con los grupos tiol de las diferentes enzimas. Por ejemplo, la alcohol deshidrogenasa, la tiorredoxina reductasa y la ARN polimerasa, que pueden afectar el metabolismo esencial de la actividad proteínica de la cisteína, implicada en la virulencia de *E. histolytica*<sup>25</sup>.

Además, se ha demostrado que el ajo ejerce una inhibición diferencial entre la micro flora intestinal y las enterobacterias. Esta reducción se produce en un grado mucho menor si el extracto se almacena entre 0 y 4 °C, lo que indica la existencia de inestabilidad térmica en los componentes activos<sup>26</sup>.

## Propiedades antifúngicas

Muchos hongos, incluidos *Cándida*, *Torulopsis*, *Trichophyton*, *Cryptococcus*, *Aspergillus*, *Trichosporon* y *Rhodotorula*, *Aspergillus niger*, *C. albicans* y *Paracoccidioides* han mostrado ser sensibles a los compuestos del ajo a través de la disminución del consumo de oxígeno, reduciendo el crecimiento del organismo e inhibiendo la síntesis de lípidos,

proteínas y ácidos nucleicos, que ocasionan daños a las membranas. Sin embargo el extracto de ajo envejecido (sin alicina o componentes derivados de alicina) no mostró actividad *in vitro*<sup>27</sup>.

## Efecto de los metabolitos secundarios presentes en el ajo sobre las células cancerosas

En el 2012, se presentaron 14,1 millones de casos de cáncer, donde el 13% representó el total de muertes en el mundo<sup>28</sup>. En México, el cáncer ocupa el segundo lugar como causa de muerte, los tipos de cáncer más frecuentes en el hombre fueron próstata, pulmón y estómago; en la mujer el de mama, cervicouterino e hígado<sup>29</sup>.

Estudios recientes han demostrado la expresión de los componentes azufrados del *Allium sativum* para suprimir la incidencia de tumores inducido experimentalmente en varios órganos<sup>30</sup>, como el cáncer de estómago, colon, pulmón, próstata, glándula mamaria y otros tipos.

*Helicobacter pylori* es un patógeno que causa inflamación crónica además es conocido como el factor importante de riesgo a padecer cáncer gástrico<sup>31</sup>. Estudios han demostrado que la concentración mínima de *Allium sativum* es de 40 µg/ml, sin embargo, a una concentración de 5 mg/ml puede inhibir a la bacteria al 90%<sup>32</sup>, por lo tanto un diente de ajo de tamaño promedio puede tener un efecto inhibitorio significativo sobre *H. Pylori*.

Un estudio aleatorizado a largo plazo con ajo, junto con otros micronutrientes (vitamina B12, vitamina E y vitamina C), debido a que *H. Pylori* tiene la capacidad de disminuir la concentración de folatos en plasma, demostraron un significativo incremento en la concentración sérica de folatos y glutatión (GSH)<sup>33</sup>.

Se realizó un estudio donde los pacientes eran tratados con amoxicilina y omeprazol por la infección de *H. Pylori* y la suplementación de ajo, obteniendo como resultado en los estudios histopatológicos la inhibición de células cancerígenas<sup>34</sup>.

Takefumi et al. (2006)<sup>35</sup> investigaron el efecto quimiopreventivo del extracto de ajo envejecido. Indujeron el cáncer de colon en ratas mediante 1, 2-dimetilhidracina (20 mg/kg) durante 20 semanas y se alimentaron con una dieta basal con 4% de

extracto de ajo envejecido, comprobaron que el S-alil cisteína se encuentra en mayor concentración. El estudio dio como resultado la inhibición de las células cancerígenas del colon mediante la inhibición de la mitosis de estas células. Durante la evolución del cáncer existe un incremento de las Especies Reactivas de Oxígeno (EROS), un estudio realizado por Chihara et al.<sup>36</sup> indujeron cáncer con el mismo compuesto pero a una concentración de 40 mg, sólo una vez y 5% de suplementación de ajo envejecido, encontrando el S-alil cisteína como componente activo en el extracto de ajo envejecido, dando como resultado la disminución de oxígeno en los aductos de ADN en la mucosa colorrectal en la iniciación de cáncer de colon.

Kuang-Chi et al.<sup>37</sup> fueron los primeros en demostrar que el sulfuro de dialilo (DAS), disulfuro de dialilo (DADS) y trisulfuro de dialilo (DATS) promueve la expresión de genes resistentes a los fármacos en células de cáncer de colon humano *in vitro* e *in vivo* (concentración de 25 µm en 24h y 48h DAS, DADS y DATS en 205 células cancerígenas de colon). *In vitro* la DATS estimuló la expresión de genes de multiresistente asociada a la resistencia de proteína-1 (MRP1), DAS y DADS promovieron la expresión de MRP3. *In vivo* demostraron que DATS y DADS expresaron al gen MDR1 y MRP1, además DADS promovió la expresión de MPR3 y DATS expresó el gen MRP4 y MRP6.

Por otra parte, el cáncer de próstata es un tumor maligno que se diagnostica principalmente en hombres mayores de 65 años de edad en un 70%<sup>38</sup>.

Se describe una vía de señalización donde DATS causa la degradación de la ferritina que conduce a la elevación del hierro lábil y la eliminación de EROS dependiente de *Cell Division Cycle* 25C (Cdc25C) y la baja regulación de la proteína Cdk1, además en el estudio revela la existencia de un mecanismo ATR/Cdk1 dando como resultado detención de la fase M de la mitosis en las células cancerosas mediante la activación de APC/C, y este aumenta la acumulación de ciclina, ciclina B1 y securin<sup>39</sup>. Realizaron un estudio *in vivo*, a las ratas se les implantaron células PC-3 y se les administró por vía oral 6 mmol/ 3 veces/ semana de DATS. Se observó que DATS inhibe significativamente el crecimiento de las células PC-3 sin causar pérdida de peso u otros efectos secundarios debido a la inducción de Bak y Bax que funcionan promoviendo la muerte celular mediante la neutralización de los efectos antiapoptóticos de

Bcl-2 y Bcl-xL. Además demostraron que DATS es un potente inhibidor en la formación de tubos de tipo capilar y migración por las células endoteliales de la vena umbilical humana el cual está asociada con la inactivación de Akt, supresión de factor de crecimiento endotelial vascular y la baja regulación de las proteínas VEGFR-2<sup>40</sup>.

En la población femenina de 30 a 54 años de edad, el cáncer de mama es causante de un mayor número de muertes desde el 2006<sup>41</sup>.

Tsubura et al.<sup>42</sup> encontraron que el DADS es más eficaz en compuestos solubles en agua, el mecanismo de acción incluye la activación en la inhibición de las ROS. La supresión en la formación de aductos de ADN, la detención del ciclo celular y la inducción de apoptosis sin provocar efectos secundarios en las ratas. En otro estudio realizado Malki et al.<sup>43</sup> se encontraron marcadores elevados de apoptosis y ciclina B1 mediante DATS además se observó expresión del gen p53 y de la proteína Bax.

## Conclusión

En la revisión sobre los efectos terapéuticos de *Allium sativum*, se obtiene que este producto natural posee una gran funcionalidad en el tratamiento de diferentes patologías como enfermedades cardiovasculares y cánceres. Así mismo, muestra un efecto antimicrobiano pues se ha demostrado que inhibe e induce la muerte de diferentes tipos de bacterias que ponen en riesgo la salud. Otro efecto que se le atribuye es la prevención en la oxidación celular, esencialmente esta función se debe a la actividad antioxidante de la S-alil-cisteína y alicina.

## Agradecimientos

Al Dr. Nemesio Villa Ruano, por su ayuda en la organización de este documento y por dar seguimiento al mismo. Las autoras agradecen igualmente a Yolanda López Martínez y Rubí Gutiérrez Leyva, por su apoyo inicial en la recopilación y análisis de la información.

## Referencias

- [1] González M, Guerra G, Maza J, Cruz A. Revisión bibliográfica sobre el uso terapéutico del ajo. Rev Cub de Med Fis y Rehab. 2014; 6(1): 61-71.

- [2] Ochoa YM, Cerna E, Gallegos G, Landeros J, Delgado JC, Hernández S, et al. Identificación de especies de fusarium en semilla de ajo en Aguascalientes, México. *Rev. Mex. Mic.* 2012; 36(1): 27-31.
- [3] Calderón E, Serwatowskin R, Cabrera J, Gracia C. Siembra mecanizada del ajo: métodos y equipos. *Agrociencia.* 2013; 37(5): 483-93.
- [4] Luis D, Aller R. Ajo y riesgo cardiovascular. *Anales de Medicina Interna.* 2008; 25(5): 237-40.
- [5] Olmedo P. Estudio de diferentes fracciones y extractos de *Allium sativum* sobre la reactividad vascular, niveles de colesterol y cultivos celulares. *Revista Eureka.* 2010; 1(1): 08-14.
- [6] García J, Sánchez-Muniz F. Revisión: efectos cardiovasculares del ajo (*Allium sativum*). *ALAN.* 2000; 50(3): 219-29.
- [7] Navarro C. Posibilidades terapéuticas del bulbo de ajo (*Allium sativum*). *Rev. fitoter.* 2007; 7(2): 132-35.
- [8] Bender-Bojalil D, Bárcenas-Pozos M E. El ajo y sus aplicaciones en la conservación de los alimentos. *Revista Temas Selectos Ingeniera en Alimentos.* 2013; 7(1): 25-36.
- [9] Sarita V. Cultivo de ajo. *Revista de Fundación y Desarrollo Agropecuario.* 2000; 3(1): 2-4.
- [10] Luengo LT. El ajo, propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas, ámbito farmacéutico. *Rev. fitoter.* 2007; 26(1): 1-4.
- [11] United States Department of Agriculture (USDA). Nutrient data for raw garlic. [sede Web]. Estados Unidos: USDA; 2016 [9 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2953?fg=Vegetables+and+Vegetable+Products&man=&facet=&format=&count=&max=25&offset=150&sort=&qlookup=>
- [12] Delgado-Olivares L, Betanzos G, Sumaya MT. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés MT oxidativo. *Investigación y Ciencia.* 2010; 50: 10-15.
- [13] López MT. El ajo, propiedades farmacológicas e indicaciones terapéuticas. *OFFARM.* 2007; 26(1): 79-81.
- [14] Rahman MM, Fazlic V, Saad NW. Antioxidant properties of raw garlic (*Allium sativum*) extract. *IFRJ.* 2012; 19(2): 589-91.
- [15] Roemer T, Xu D, Singh SB, Parish CA, Harris G, Wang H, Davies JE, Bills GF. Confronting the challenges of natural product-based antifungal discovery. *Chem Biol.* 2011; 18(2):148-64.
- [16] Suárez S. Actividad captadora de radicales libres y efecto antioxidante de metabolitos secundarios del extracto acuoso del *Allium sativum* variedad hualarino (ajo) en modelos in vitro [tesis doctoral]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2014.
- [17] Bobboi A, Augusti KT, Joseph PK. Hypolipidemic effects of onion oil and garlic oil in ethano1-fed rats. *Indian J Biochem Biophys.* 1984; 21(34): 211-13.
- [18] Basksh R, Chughatai MI. Influence of garlic on serum cholesterol, serum triglycerides, serum total lipids and serum glucose in human subjects. *Nahrung.* 1984; 28(2): 159-63.
- [19] Augusti KT. Hypocholesterolaemic effect of garlic (*Allium sativum*). *Ind. J. Exp. Biol.* 1977; 15(25): 489-90.
- [20] Damnau F. The use of garlic concentrate in vascular hypertension. *Med Record.* 1941; 153(34): 249-51.
- [21] Silagy C, Neil A. Garlic as a lipid lowering agent a meta analysis. *J R Coll Physicians London.* 1994; 28(43): 39-45.
- [22] Chaupis-Meza D, Rojas J, Gasco M, Gonzales GF. Efecto hipotensor del extracto de ajo (*Allium sativum*) macerado por 18 semanas en un modelo experimental in vivo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2014; 31(3): 21-5.
- [23] Stauffer A, Orrego A, Aquino A. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. *Rev. cienc. tecnol.* 2000; 1(2): 29-33.
- [24] Ledezma E, Apitz-Castro R. Del folklore al mecanismo molecular: el ejemplo del ajoene. *Interciencia.* 1998; 23(4): 227-31.
- [25] Calixto M. Plantas medicinales utilizadas en odontología. *Rev. microbiol.* 2006; 3(2): 80-86. No encontré el archivo pero Latindex dice que es una revista que se dejó de publicar en 1999, según el índice es revista Brasileña.



- [26] Egbobor M, Asikong B, Ariba C, Arikpo G, Anwan E, Enyi-Idoh K. A comparative assessment of the antimicrobial effects of garlic (*Allium sativum*) and antibiotics on diarrhea genic organisms. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2007; 38(2): 343-48.
- [27] Ghannoum MA, Hossain MA, Long L, Mohamed S, Reyes G, Mukherjee PK. Evaluation of antifungal efficacy in an optimized animal model of *Trichophyton mentagrophytes*-dermatophytosis. *J Chemother*. 2004; 16(2): 139-44.
- [28] Ramalingam SS, Owonikoko TK, Khuri FR. Lung cancer: new biological insights and recent therapeutic advances. *CA Cancer J Clin*. 2011; 61(2): 91-112.
- [29] Rizo P, González A, Sánchez F, Murguía P. Tendencia de la mortalidad por cáncer en México: 1990-2012. *Evid Med Invest Salud*. 2015; 8(1): 5-15
- [30] Ross SA, Finley JW, Milner JA. Allyl sulfur compounds from garlic modulate aberrant crypt formation. *J Nutr*. 2006; 136(3 Suppl): 852S-854S.
- [31] Wroblewski LE, Peek RM, Wilson KT. *Helicobacter pylori* and gastric cancer: factors that modulate disease risk. *Clin Microbiol Rev*. 2010; 23(4): 713-39.
- [32] Sivam GP. Protection against *Helicobacter pylori* and other bacterial infections by garlic. *J Nutr*. 2001; 131(3 Suppl): 1106S-1108S.
- [33] Wang Y, Zhang L, Moslehi R, Ma J, Pan K, Zhou T, et al. Garlic or micronutrient supplementation, but not anti-*Helicobacter pylori* therapy, increases serum folate or glutathione without affecting serum vitamin B-12 or homocysteine in a Rural Chinese population. *J Nutr*. 2009; 139(1): 106-12.
- [34] Gail MH, You WC. A factorial trial including garlic supplements assesses effect in reducing precancerous gastric lesions. *J Nutr*. 2006; 136(3 Suppl): 813S-815S.
- [35] Katsuki T, Hirata K, Ishikawa H, Matsuura N, Sumi S, Itoh H. Aged garlic extract has chemopreventative effects on 1,2-dimethylhydrazine-induced colon tumors in rats. *J Nutr*. 2006; 136(3 Suppl): 847S-851S.
- [36] Chihara T, Shimpo K, Kaneko T, Beppu H, Mizutani K, Higashiguchi T, et al. The effect of preparatory conditions of high temperature and pressure-treated garlic on 5-hydroxymethyl-2-furfural and S-allylcysteine formation. *Int J Anal Bio-Sci*. 2013; 36(2): 186-192.
- [37] Lai KC, Kuo CL, Ho HC, Yang JS, Ma CY, Lu HF et al. Diallyl sulfide, diallyl disulfide and diallyl trisulfide affect drug resistant gene expression in colon 205 human colon cancer cells in vitro and in vivo. *Phytomedicine*. 2012; 19(7): 625-30.
- [38] Álvarez-Blanco MA, Escudero-de los Ríos PM, Hernández-Torín M. Cáncer de próstata. *Rev Mex Urol*. 2008; 68(4): 250-59.
- [39] Herman-Antosiewicz A, Stan SD, Hahm ER, Xiao D, Singh SV. Activation of a novel ataxia-telangiectasia mutated and Rad3 related/checkpoint kinase 1-dependent prometaphase checkpoint in cancer cells by diallyl trisulfide, a promising cancer chemopreventive constituent of processed garlic. *Mol Cancer Ther*. 2007; 6: 1249-61.
- [40] Xiao D, Lew KL, Kim YA, Zeng Y, Hahm ER, Dhir R et al. Diallyl trisulfide suppresses growth of PC-3 human prostate cancer xenograft in vivo in association with bax and bak induction. *Clin Cancer Res*. 2006; 12(22): 6836-43.
- [41] Knaul FM, Nigenda G, Lozano R, Arreola-Ornelas H, Langer A, Frenk J. Cáncer de mama en México: una prioridad apremiante. *Salud Pública de Mex*. 2009; 51(1 Suppl): S335-S344.
- [42] Tsubura A, Lai YC, Kuwata M, Uehara N, Yoshizama K. Anticancer effects of garlic and garlic-derived compounds for breast cancer control. *Anticancer Agents Med Chem*. 2011; 11(3): 249-53.
- [43] Malki A, El-Saadani M, Sultan AS. Garlic constituent diallyl trisulfide induced apoptosis in MCF7 human breast cancer cells. *Cancer Biol Ther*. 2009; 8(22): 2174-84.

**Recibido:** 17 de marzo de 2016

**Corregido:** 4 de julio de 2016

**Aceptado:** 6 de julio de 2016

**Conflicto de interés:** No existe conflicto de interés