



**Universidad de  
Concepción del  
Uruguay**

**Facultad de Ciencias Médicas**

**Centro Regional Rosario**

**EFFECTO DEL TRITURADO DE AJO Y DEL ACEITE NATURAL DE AJO COMO  
CONSERVANTES NATURALES SOBRE EL DESARROLLO DE PENICILLIUM  
EN TOMATE.**

Autor: MOSCA MARÍA SOL

Tesis presentada para completar los requisitos del plan de estudios de la  
Licenciatura en Bromatología

Director de la tesina: Ana Clara Martino

Rosario – Diciembre 2024

# INDICE

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN .....	6
PROBLEMÁTICA .....	8
HIPÓTESIS .....	8
OBJETIVOS GENERALES .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
ANTECEDENTES .....	9
1. Efecto de extractos crudos de ajo ( <i>Allium sativum</i> ) sobre el desarrollo in vitro de <i>Aspergillus parasiticus</i> y <i>Aspergillus niger</i> . .....	9
2. Aplicación in vitro de extractos de ajo en combinación con aceite de clavo para prevenir el deterioro poscosecha causado por <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Penicillium expansum</i> y <i>Neofabraea alba</i> en manzanas. ....	10
3. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida .....	11
MARCO TEÓRICO .....	13
1. El ajo. ....	14
1.1 Historia.....	14
1.2 La planta.....	15
1.3 Producción y utilización como alimento .....	17
1.4 Compuestos bioactivos .....	18
2. Hongos, descripción general .....	21
2.1 - Podredumbre verde o Moho azul ( <i>Penicillium spp.</i> ).....	23
DISEÑO METODOLÓGICO .....	30
1. Ensayos preliminares.....	30
2. Técnicas e instrumentos.....	31
PROCEDIMIENTO .....	32
RESULTADOS.....	51
DISCUSIÓN.....	51

CONCLUSIONES .....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla I</b> Compuestos con efectos bioactivos presentes en ajo. ....	21
---	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Morfología de la planta de ajo.</i> .....	16
<b>Figura 2</b> Reacción de formación de alicina. ....	20
<b>Figura 3</b> Texturas de las colonias de <i>Penicillium</i> sp. ....	23
<b>Figura 4</b> Texturas de las colonias de <i>Penicillium</i> sp. ....	24
<b>Figura 5</b> Texturas de las colonias de <i>Penicillium</i> sp. ....	25
<b>Figura 6</b> <i>Cajas de Petri con trozos de tomate, limón y manzana.</i> .....	30
<b>Figura 7</b> Inoculación de esporas de <i>Penicillium roqueforti</i> en medio de cultivo. ....	33
<b>Figura 8</b> Inoculación de esporas de <i>Penicillium roqueforti</i> en medio de cultivo. ....	33
<b>Figura 9</b> Estufa microbiológica. ....	34
<b>Figura 10</b> Triturado de ajo con esporas de <i>Penicillium</i> en caja de Petri. ....	35
<b>Figura 11</b> Lado derecho caja con tomate testigo, lado izquierdo tomate con triturado de ajo. ....	36
<b>Figura 12</b> Trozo de tomate cubierto con triturado de ajo y esporas de <i>Penicillium</i> . ....	38
<b>Figura 13</b> Trozo de tomate cubierto con aceite natural de ajo. ....	39
<b>Figura 14</b> Trozo de tomate testigo. ....	40
<b>Figura 15</b> Trozo de tomate envuelto en film. ....	41
<b>Figura 16</b> Plano cenital de las 4 alternativas. ....	42
<b>Figura 17</b> Tomate con triturado de ajo, sembrado con esporas de <i>Penicillium</i> . ....	43
<b>Figura 18</b> Tomate con aceite natural de ajo, sembrado con esporas de <i>Penicillium</i> . ..	44
<b>Figura 19</b> Tomate testigo .....	45
<b>Figura 20</b> Tomate envuelto en film. ....	46
<b>Figura 21</b> Tomate con triturado de ajo, sembrado con esporas de <i>Penicillium</i> . ....	47
<b>Figura 22</b> Tomate con aceite natural de ajo, sembrado con esporas de <i>Penicillium</i> . ..	48
<b>Figura 23</b> Tomate testigo .....	49
<b>Figura 24</b> Tomate envuelto en film. ....	50

## RESUMEN

El deterioro de frutas y verduras se acelera por la acción de los microbios que están siempre presentes en su superficie y en el aire. Las frutas son más ácidas que las verduras y pueden resistir a muchas bacterias, pero son más vulnerables a los ataques de levaduras y mohos (*Penicillium*, *Botrytis*).

El propósito de este trabajo es comprobar si el ajo, un condimento natural, que se encuentra en la mayoría de los hogares y que es de bajo costo, podría utilizarse como inhibidor del desarrollo de mohos, como es el *Penicillium*, que se desarrolla sobre alimentos que poseen un elevado porcentaje de agua.

Para comprobar dicho propósito se realizaron ensayos, en los cuales se inoculó triturado de ajo, tomate con triturado de ajo y tomate con aceite natural de ajo con esporas de *Penicillium spp*, con la posterior incubación.

Se pudo observar que el moho en contacto directo con el ajo, se desarrolla, mientras que cuando se encuentra sobre el tomate con el triturado de ajo o el aceite natural no lo desarrolla.

Se concluye que el ajo actúa inhibiendo el desarrollo del moho *Penicillium spp*, cuando se encuentra sobre el tomate.

Se pretende seguir trabajando con ensayos con el fin de ampliar la investigación y constatar su poder antimicótico sobre otros alimentos para lograr un preparado de ajo en forma de atomizador inodoro y así poder conservar de forma natural diversos alimentos.

## INTRODUCCIÓN

El ajo, es considerado antiséptico por naturaleza. El consumo diario ayudaría a prevenir innumerables afecciones en el organismo humano.

Numerosos trabajos atribuyen al ajo efectos contra los microbios. De todas las especies *Allium* el ajo es el que contiene la mayor concentración de componentes azufrados lo que le otorga una actividad antimicrobiana potente. Entre los elementos azufrados que contiene, se encuentra la alicina, la cual se determinó desde 1944 como la responsable de la mayor actividad antibacterial y antifúngica del ajo. Ese compuesto oloroso del ajo, puede eliminar microorganismos a través de su contacto directo. No resisten su presencia dos bacterias muy conocidas en la producción de alimentos, *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella spp* y una levadura, *Cándida albicans*, causante de problemas de salud sobre todo en las mujeres.

El ataque de microorganismos a los alimentos no deja de ser un tema preocupante que altera las propiedades en frutas y hortalizas donde mohos y levaduras son los principales atacantes dado que allí encuentran las condiciones ideales para poder desarrollarse cómodamente. La contaminación fúngica de un alimento tiene mucha importancia, no sólo por su acción deteriorante, que pudre y malogra materias primas y productos manufacturados, sino también por la capacidad de algunos hongos para sintetizar gran variedad de micotoxinas, para provocar infecciones e incluso para provocar reacciones alérgicas hipersensibles a los antígenos fúngicos y el impacto que se genera sobre la economía de los productores y consumidores.

Basándonos en este compuesto organosulfurado de interesantes aplicaciones se evalúa la posibilidad de poder desarrollar un conservante, en

primera instancia, para tomate que cubra la necesidad de los consumidores cada vez más conscientes de los hábitos necesarios para tener un estilo de vida saludable. Lo cual implica el consumo de alimentos frescos libres de aditivos químicos que ponen en riesgo la salud.

Con el análisis de la información y la experimentación del presente trabajo se pretende comprobar si ante todas las propiedades, que bien se le atribuyen al ajo, podría ser un aliado a la hora de combatir hongos en los alimentos y contribuir en la calidad de vida de las personas.

Partiendo de esta necesidad, se evalúa principalmente el efecto que un extracto de alicina tendría sobre el tomate y como éste componente podría servir de conservante para inhibir el crecimiento de hongos patógenos y prolongar la vida útil de los alimentos.

## PROBLEMÁTICA

El mundo demanda cada vez más alimentos y el consumidor desea que éstos sean cada vez más naturales, contribuyendo en la calidad de vida de las personas. El uso de agentes químicos se transformó en uno de los métodos de conservación más importante a partir de la segunda mitad del siglo XX, sin embargo, no cumple con el concepto de natural o seguro que los consumidores demandan.

Ante esta situación se desea saber si el ajo, al ser considerado antimicrobiano natural, posee propiedades fungicidas sobre el moho *Penicillium spp.* que es uno de los más conocidos y el que produce mayores pérdidas de alimentos.

## HIPÓTESIS

El ajo inhibe el desarrollo del moho *Penicillium spp* cuando se encuentra sobre tomate.

## OBJETIVOS GENERALES

- Comprobar si el ajo posee propiedades antimicóticas en el tomate.
- Contribuir a la aplicación y uso de antimicrobianos naturales.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener el extracto de alicina partiendo de la especie *Allium sativum*.

- Aislar y cultivar *Penicillium spp.*
- Evaluar el efecto del triturado de ajo y del aceite natural de ajo sobre el desarrollo de *Penicillium* en tomate

## ANTECEDENTES

### **1. Efecto de extractos crudos de ajo (*Allium sativum*) sobre el desarrollo in vitro de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*.**

Juárez-Segovia, K.G.; E.J. Díaz-Darcía, M.D. Méndez-López, M.S. Pina-Canseco, A.D. Pérez-Santiago, y M.A. Sánchez-Medina. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo (*Allium Sativum*) sobre el desarrollo in vitro de *Aspergillus Parasiticus* y *Aspergillus Niger*. Núm. 47: 99-111 México. Enero 2019. DOI: 10.18387/polibotanica.47.8

**RESUMEN:** *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger* son dos hongos productores de micotoxinas; aflatoxinas y ocratoxinas respectivamente. Estas toxinas son causantes de enfermedades en seres humanos y animales, además de generar cuantiosas pérdidas económicas al contaminar cultivos de cereales, algodón y frutas secas entre otros. Como una alternativa para controlar el desarrollo de estos hongos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto in vitro de extractos crudos de ajo sobre el desarrollo de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger* mediante diferentes ensayos.

El extracto crudo de ajo (ECA) se preparó por maceración utilizando solución salina amortiguada por fosfatos (PBS) pH 7.2 como solvente. Se evaluó su efecto sobre el desarrollo de los hongos, lo cual se cuantificó mediante halos de inhibición, punción, unidades formadoras de colonias (UFC), determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y de la concentración fungicida.

Adicionalmente se observó la interacción del extracto crudo de ajo con los hongos mediante microscopia de luz visible.

El extracto crudo de ajo produjo halos de inhibición de 12 mm para *Aspergillus parasiticus* y de 15.5 mm para *Aspergillus niger*, e inhibió su crecimiento en un 13 y 46.8% respectivamente. La CMI para *Aspergillus parasiticus* se encontró en la dilución 1:2 (50 µL de extracto crudo) y para *Aspergillus niger* en la dilución 1:32 (3.12 µL de extracto crudo), y las concentraciones fungicidas se observaron en la dilución 1:2 (50 µL de extracto crudo) y 1:16 (6.25 µL de extracto crudo), respectivamente. Además, inhibió la producción de micelio y esporulación de los dos hongos.

El extracto crudo de ajo presentó actividad antifúngica frente a *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*.

## **2. Aplicación in vitro de extractos de ajo en combinación con aceite de clavo para prevenir el deterioro poscosecha causado por *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* y *Neofabraea alba* en manzanas.**

Chanel K. Daniel, Cheryl L. Lennox, Filicity A. Vries. In vivo application of garlic extracts in combination with clove oil to prevent postharvest decay caused by *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* and *Neofabraea alba* on apples. *Postharvest Biology and Technology*, Volume 99, 2015, Pages 88-92, ISSN 0925-5214,

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.08.006>.

RESUMEN: Se probaron in vitro aplicaciones curativas y protectoras de extractos de ajo y aceite de clavo directamente o mediante exposición volátil para determinar su potencial para inhibir la descomposición causada por patógenos poscosecha *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* y *Neofabraea alba* en tres cultivares de manzana, 'Granny Smith', 'Golden Delicious' y 'Pink Lady'. La

aplicación curativa de los extractos por exposición directa demostró ser más efectiva que una aplicación protectora para el manejo de la descomposición de *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum* en los tres cultivares. La eficacia de los extractos de ajo y aceite de clavo, individualmente, así como un tratamiento combinado, no difirió significativamente ( $P < 0,05$ ) entre sí; sin embargo, todos los tratamientos redujeron significativamente ( $P \leq 0,05$ ) la descomposición en comparación con los tratamientos de control. La exposición directa de la fruta que se inoculó artificialmente con *Neofabraea alba* a los extractos no resultó en ninguna inhibición en comparación con los tratamientos de control. La exposición de la fruta inoculada a los componentes volátiles de los extractos no inhibió la pudrición poscosecha en ninguna de las variedades de manzana y, en algunos casos, resultó en un aumento del diámetro de las lesiones. Este estudio demostró que la aplicación curativa de extractos de ajo tiene el potencial de reducir la pudrición poscosecha causada por *Botrytis cinerea* y *Penicillium expansum*, cuando se aplica directamente a la fruta.

### **3. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida**

Alfredo Stauffer B., Aida Orrego F., Alicia Aquino J.. (2000). SELECCION DE EXTRACTOS VEGETALES CON EFECTO FUNGICIDA Y/O BACTERICIDA. Revista de Ciencia y Tecnología Dirección de Investigaciones - UNA, Vol. 1 N° 2, pp. 1-5

RESUMEN: Extractos de 98 especies vegetales pertenecientes a 46 familias botánicas ( 7 monocotiledóneas; 46 dicotiledóneas; 1 conífera; y 2 pteridófitas ) fueron probadas para determinar su posible efecto fungicida y/o bactericida con la factibilidad de ser utilizados en el control de enfermedades en vegetales.

Los extractos han sido obtenidos mediante la cocción durante 20 minutos de 150 gramos de tejido vegetal fresco, o 50 gramos de material seco en 400 ml. de agua, y probados contra nueve especies de hongos y una de bacteria por el método del disco de papel impregnado con el extracto y colocado en Cajas de Petri sembradas con hongos o bacteria sobre medio de cultivo P.D.A..

Las evaluaciones fueron realizadas a partir de las 48 horas , determinando la zona de inhibición en mm..

De los 98 extractos vegetales probados, 9 de ellos demostraron inhibición de crecimiento de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* . Ellos son: Ajo, Cebolla, Quebracho Colorado, Agrial, Palo Santo, Chirca, Guayaba, Eucalipto y Pino.

Inhibición del crecimiento fungoso, sólo se ha obtenido con el Ajo y la Cebolla (utilizados como referencia), así como con el extracto de Mamón contra *Colletotrichum* sp.. Extracto de Ajo ha tenido efecto inhibitor sobre 7 especies de hongos y son los siguientes: *Penicillium italicum*; *Aspergillus flavus*; *Fusarium* sp.; *Rhizoctonia solani*; *Alternaria* sp.; *Colletotrichum* sp.; y *Pythium* sp.. El efecto de la Cebolla ha sido menor en intensidad y afectó sólo a *Fusarium* sp.; *Alternaria* sp.; *Colletotrichum* sp.; y *Pythium* sp..

## MARCO TEÓRICO

La demanda de alimentos procesados se ha incrementado en los últimos años con el ritmo de vida y el aumento poblacional. A pesar de los avances tecnológicos en técnicas de conservación, el ataque de microorganismos a los alimentos no deja de ser un tema preocupante que altera las propiedades e inocuidad de los mismos, sobre todo en frutas y hortalizas donde mohos y levaduras son los principales atacantes.

Las civilizaciones egipcias ya conocían las propiedades beneficiosas del ajo, entre ellas la antibiótica, que en el siglo XIX fue confirmada por Louis Pasteur demostrando su actividad antibacteriana en prueba de laboratorio. La universidad americana de Wright, confirma la actividad antibiótica del ajo con una eficiencia de 1% en comparación a la penicilina. Pero es en los años 40 donde aparece evidencia científica de sus propiedades antimicrobianas. Cavallito y Bailey en 1944 fueron los primeros en aislar el componente “alicina” que le otorga dicha propiedad. Ésta es incolora y muy aromática, responsable de su olor característico y se muestra como bactericida de amplio espectro. (Hernández Padilla, L. 2003).

El doctor Arthur Stoll, un médico suizo, ganador del premio Nóbel, hizo importantes investigaciones sobre el ajo. Sus estudios dieron a conocer uno de los componentes básicos del ajo, la “aliina”, una sustancia que es el componente “madre” del que deriva la sustancia activa alicina, cuyo poder es altamente bactericida. Desde ese momento, las investigaciones se han multiplicado y hoy por hoy, cuentan con el respaldo de la ciencia. Esta sustancia es el principal componente activo del ajo. Cuando se cortan o dañan las células que componen

el diente de ajo, éstas liberan dos sustancias: aliina y aliinasa. Esta última es una enzima que se combina con la aliina para producir la alicina, y de ahí el conocido olor punzante que desprende (Jiménez Mora, G, 2006).

Otro componente del ajo es el ajoeno, un eficaz anticoagulante, que ha demostrado además un gran espectro de acción contra hongos y levaduras nocivas como el *Aspergillus niger* – presente frecuentemente en el canal auditivo externo - y la *Cándida albicans* que es causa, entre otras dolencias, de la vaginitis.

Se ha demostrado su actividad antiviral contra Herpes Simplex e influenza B y en pruebas de laboratorios contra *Escherichia coli*, *Pasteurlla multocida*, *preoteus sp.*, *staphylococcus aureus* (Valencia Llano, A. 2011).

## **1. El ajo.**

### **1.1 Historia**

Coinciden todas las supersticiones y leyendas al recomendar una de las formas más comunes de protegerse contra los vampiros: en épocas anteriores las personas creían y daban fe a la existencia de los vampiros. Le temían al líder de ellos que se hacía llamar Drácula, éste era el más temido por todos, pero había algo que él no resistía. Las personas se refugiaban en el ajo, se colocaban una ristra alrededor del cuello. Debido a la extrema sensibilidad de su olfato este alimento resultaría fatal para el monstruo.

Tan antiguo como Drácula es el ajo, ese condimento infaltable en muchos hogares que hace notar su presencia aunque no lo veamos.

La historia conocida del ajo se remonta a 5.000 años antes de Cristo; en tiempos de los faraones de Egipto los trabajadores de las pirámides lo consumían

en grandes cantidades porque consideraban que el ajo les daba fuerzas y poder para soportar las fatigas. En Grecia el ajo se constituyó en base fundamental de su dieta alimenticia y posteriormente el imperio Romano lo incorporó a sus costumbres culinarias. En la Edad Media se utilizó con éxito contra las grandes plagas que azotaron a la humanidad. Ya en el siglo XX, su poder antiséptico jugó un papel importante en el combate de las infecciones por heridas de guerra durante la Primera Guerra Mundial. (Pinzón H. 2009)

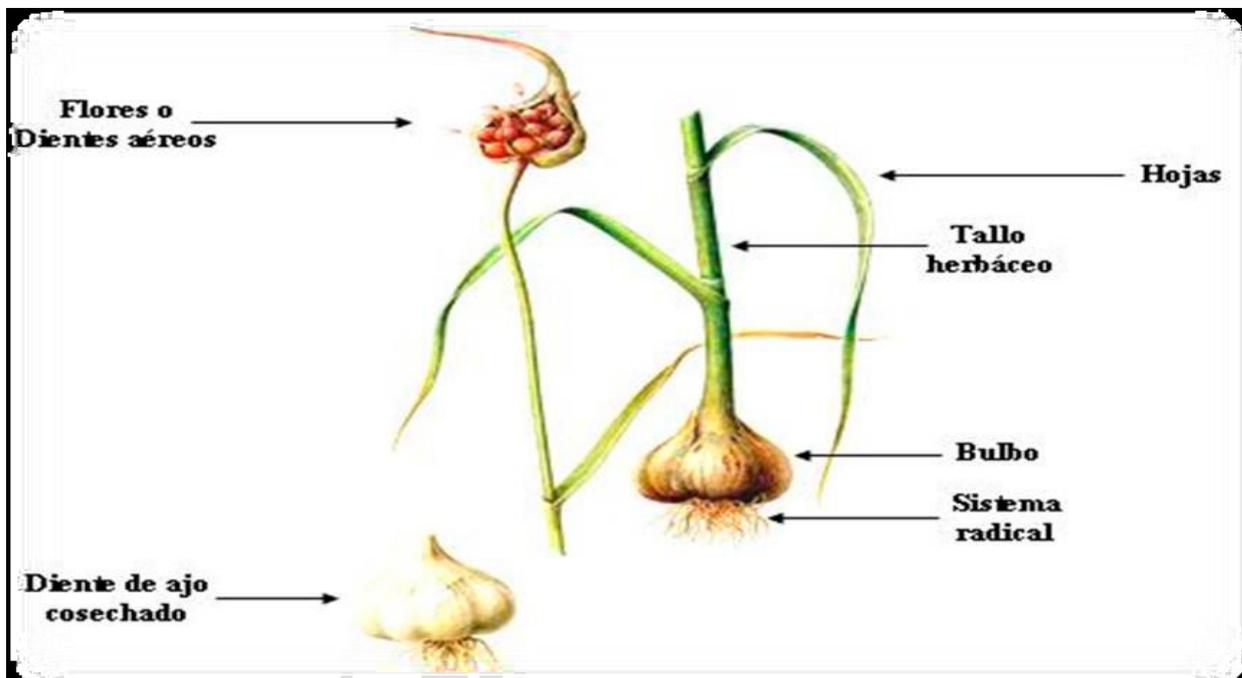
El ajo llega a América desde España en la época de la conquista, siendo los ajos de tipo mediterráneo los que se empiezan a cultivar.

## **1.2 La planta**

El ajo (*Allium sativum*) pertenece a las familias de las Liláceas. Es una planta herbácea que se cultiva en gran escala en nuestro país debido a su consumo generalizado. Está provista de unas largas hojas, estrechas, planas en su mitad inferior. En el nacimiento de las hojas superiores crecen las flores en umbela de color blanco-verdoso. Produce un bulbo compuesto de numerosos gajos que conocemos por “dientes”, dispuestos en torno, de sabor fuerte y olor característico. Desde épocas remotas, además de emplearse para sazonar los alimentos, el ajo se ha venido empleando para curar diversas enfermedades.

**Figura 1**

*Morfología de la planta de ajo.*



*Nota:* Tomado de Fritsch y Friesen, (2002) *Allium crop science*.

Sus excelentes cualidades diuréticas, depurativas, antisépticas y antibacterianas son ampliamente conocidas y divulgadas. (Jiménez Mora, G, 2006). Por eso el ajo se ha utilizado desde muy antiguo en el tratamiento de muchas afecciones.

Es probablemente el alimento con potencial antimicrobiano más consumido (Hernández Padilla, L. 2003), a veces considerado de olor desagradable pero dotado de múltiples y sorprendentes virtudes.

La especie *Allium sativum*, conocida comúnmente como ajo, se trata de una planta perenne cultivada como anual, de hojas planas y delgadas. Es una especie estéril de amplia variabilidad morfológica y fisiológica. El bulbo, de piel blanca, forma una cabeza dividida en gajos que comúnmente son llamados

“dientes”. Cada cabeza puede contener de 6 a 12 dientes y cada uno de ellos puede dar origen a una nueva planta de ajo, ya que poseen en su base una yema terminal que es capaz de germinar incluso sin necesidad de plantarse previamente.

### **1.3 Producción y utilización como alimento**

Según FAO la producción mundial de ajo es de aproximadamente 28 millones de toneladas. Se ha incrementado un 336% durante el periodo (1990 a 2021) pasando de 6.4 a 28 millones de toneladas. Este incremento encuentra explicación tanto en el aumento de la superficie cultivada (+104%) que pasó de 811 mil a 1.6 millones de hectáreas como de los rindes obtenidos (+103%) de 8 a 17 toneladas por hectáreas de ajo verde (FAO 2021). China, India y Bangladesh producen el 86% del volumen de ajo comercializado en el mundo. China, España, Argentina y Emiratos Árabes son los principales exportadores con el 92%, mientras que los principales importadores son Indonesia, Malasia y Brasil. Argentina produce el 1% del volumen de ajo comercializado mundialmente, destina aproximadamente 16.000 hectáreas, de las cuales un 95% se encuentra en la región cuyana (Mendoza y San Juan). A nivel mundial Argentina se ubica en el puesto número 14 como productor de ajo con 149 mil toneladas. La producción de ajo argentina se destina aproximadamente en un 70% a la exportación en fresco (a granel). El mercado interno consume el 15% de la producción nacional en fresco, otro 10% se destina a semilla y el 5% a procesos industriales como deshidratados, pasta, pelados, trozados, etc. El principal destino de las exportaciones del ajo argentino es Brasil que acumula el 73% del volumen volcado al mercado externo durante el periodo 2010-2022. (Fuente: INDEC). (Scarpatti, N. 2023)

## 1.4 Compuestos bioactivos

Los antimicrobianos son sustancias que pueden inhibir o detener el crecimiento de microorganismos. Pueden ser de origen natural (animal, vegetal y microbiano) o sintético (ácidos orgánicos y ésteres). Son agregados de manera intencional o de ocurrencia natural utilizados comercialmente como aditivos para la preservación de alimentos. Plantas, hierbas y especias, así como sus aceites esenciales contienen un gran número de sustancias con propiedades que inhiben la actividad metabólica de mohos, levaduras y bacterias. Estos compuestos pueden ser letales para la célula microbiana o inhibir la producción de metabolitos.

Eklund (1989) menciona que los compuestos utilizados como antimicrobianos tienen varios sitios de ataque dentro de la célula microbiana y que dependiendo de las concentraciones utilizadas en los alimentos, pueden causar la inhibición o inactivación de los microorganismos.

La FDA (Food and Drugs Administration) considera a los antimicrobianos naturales como sustancias GRAS (Generally Recognised As Sure), generalmente conocidos como seguros.

El ajo cumple con cada una de las necesidades nutricionales requeridas para destacarlo como un alimento óptimo, dentro de su composición química se destacan los principales requerimientos esenciales de agua, fibra y ácidos grasos los cuales son aprovechados por el organismo al momento de ser consumidos, su composición está conformada por cuatro grandes grupos definidos en hidratos de carbono, proteínas, lípidos y minerales, de querer obtener un balance completo de un alimento dentro de su composición el ajo sobresale por contener en su parte

comestible definida como bulbo del cual se desprenden los dientes de ajo, proporcionando en micro y macro cantidades componentes de gran valor nutricional y de los cuales se han originado estudios.

Este alimento desde su origen se le ha atribuido vínculos con el tratamiento de cuadros de origen infeccioso. En la actualidad ya se cuentan con avances sobre el *Allium sativum* y es uno de los pocos alimentos del grupo de los vegetales que cuenta dentro de su composición con compuestos bioactivos antimicrobianos. El ajo se ha considerado como una fuente abundante de alicina encargados de producir el sabor característico de este alimento, y compuestos no volátiles con propiedades medicinales y terapéuticas como las amidas, óxidos de nitrógeno, compuestos fenólicos, flavonoides, proteínas, saponinas y sapogeninas, con propiedades antioxidantes (Petropoulos, Fernández, Petrotos, Barros y Ferreira, 2018).

Entre los constituyentes de mayor actividad biológica del ajo destaca la alicina, compuesto sulfurado altamente inestable responsable de sus propiedades farmacológicas además de su olor característico.

La alicina (S-2-propenil éster del ácido 2-propenol-1- sulfino) representa típicamente el 70% de los compuestos sulfurados presentes en ajo fresco, siendo así el tiosulfinato de mayor abundancia en la planta. (Lawson, L.D. 1998). Este es un compuesto que se forma a través de la interacción de su precursor (aliina) con la enzima aliinasa.

La aliina constituye el 0.24 % del peso global de la parte comestible del vegetal, se encuentra confinado en las vacuolas celulares y es el componente "madre" (farmacológicamente inactivo e inodoro) del cual se deriva la sustancia

activa. La enzima aliinasa se encuentra en el citoplasma, de manera que el sustrato sólo tiene acceso a los precursores cuando se rompe el tejido (al ser machacado o cortado) provocando la formación de alicina acompañada del olor característico del ajo.

### Figura 2

*Reacción de formación de alicina.*



*Nota:* Tomado de Cordova, M.A, (2010) Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (*Allium sativum* L.): implicaciones analíticas (Tesis Doctoral).

Es muy probable que el efecto beneficioso del ajo se deba a los subproductos de la descomposición de la alicina, los sulfuros.

Cuando la alicina se descompone, absorbe el oxígeno del aire circulante, que interviene así en la conversión de la alicina en sustancias químicas ricas en sulfuro. Existen más de 70 de estos sulfuros y la mayoría permanecen estables, su forma química no cambia.

El ajo tiene propiedades antiaterogénicas, antihepáticas y anticancerígenas. La alicina cuenta con características inhibitorias de agresiones en el organismo generadas por bacterias, patógenos Gram-positivos y Gram-negativos, como de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Vibrio* y *Bacillus*. (Garzón Vallejo, J. F. 2018). La extracción de la Alicina como aceite ejerce una

potente acción antiséptica, balsámica, y expectorante en las vías respiratorias, antifúngico, antituberculosos, antiviral, antihelmíntico, antiespasmódico, vasodilatador, diurético, hipocolesterolémico y ayuda a estimular la secreción estomacal y biliar (Yela y Delgado, 2010), en la Tabla 1 se describen todos los compuestos con actividad biológica que contiene el ajo.

**Tabla I**

*Compuestos con efectos bioactivos presentes en ajo.*

<b>Compuesto</b>	<b>Actividad biológica</b>
Compuestos fenólicos	Antivirales y antibacteriana
Adenosina	Estimula la síntesis de hormonas esteroideas
Polisacáridos (fructanos)	Antioxidante, estimula sistema inmunológico
Quercetina	Beneficios contra asma y alergias
Saponinas	Hipotensora y antibacteriana

Nota: Nota. Tomado de Cordova, M.A, (2010) Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (*Allium sativum* L.): implicaciones analíticas (Tesis Doctoral).

## **2. Hongos, descripción general**

Los hongos son organismos eucariotas, cada uno de ellos tiene al menos un núcleo, una membrana nuclear, un retículo endoplasmático, mitocondrias, aparato de Golgi y un aparato secretor. Son secretores de enzimas que degradan una amplia variedad de sustratos orgánicos y nutrientes solubles que luego son absorbidos pasivamente e integrados a la célula por transporte activo. Los hongos se caracterizan por ser heterótrofos alimentándose de materia orgánica de la cual aprovechan la energía y el carbono.

Los hongos son organismos muy particulares, difieren de las plantas ya que ellos no elaboran su propio alimento a partir de la fotosíntesis, sino que viven a expensas de otros organismos vivos o muertos. No poseen la capacidad de moverse por el medio o alguna superficie. Pueden ser pluricelulares o unicelulares.

Por su modo de vida los hongos pueden ser saprofitos, que se alimentan de sustancias en descomposición, los parásitos que se alimentan de los líquidos internos de otros seres vivos y los simbióticos que se asocian con otros organismos para beneficiarse mutuamente.

A grandes rasgos se clasifican en dos, los macromicetos que están formados por una fructificación carnosa llamada píleo unida por un tallo llamado estipe. Por otro lado, están los micromicetos que son saprófitos ambientales y se clasifican según su morfología en mohos y levaduras.

Los mohos son hongos filamentosos que crecen en forma de masa enredada y que se extiende rápidamente llegando a cubrir varias pulgadas de área en 2 o 3 días. El total de la masa o cualquier parte de ella se llama micelio el cual está constituido por pequeños filamentos llamados Hifas. La pared celular del micelio semeja a un extenso sistema tubular por el que avanza el citoplasma para su dispersión y búsqueda de nutrientes.

Los mohos se reproducen asexualmente en la mayoría de los casos por medio de esporas asexuales generadas por mitosis y tiene diversas formas pudiendo ser mono o pluricelulares. El color de la mayoría de los mohos se debe al color de sus esporas asexuales las cuales se desarrollan en el extremo de las estructuras especializadas que se extienden en el aire a partir del micelio.

Las esporas pueden ser de origen asexuado (mitoesporas) o sexuado (meiospora). Las mitoesporas originadas en estructuras anamórficas son esporas desarrolladas en una hifa terminal que al madurar se separan y las meiosporas originan estructuras telemórficas. Dependiendo del tipo de hongo se originan diferentes tipos de esporas.

### **2.1 - Podredumbre verde o Moho azul (*Penicillium spp.*)**

Pertenece al género de hongos conocidos como mohos verdes o azules. Se encuentra al aire libre y en lugares húmedos, cálidos y con baja luminosidad. Su temperatura óptima de crecimiento es de 20 a 30°C, sin embargo, dependiendo de la especie puede crecer en el intervalo de 5 a -37°C. A su vez requieren de contenidos de humedad en equilibrio con humedades relativas de 85-90% (mínima actividad de agua ( $a_w$ ) 0.85- 0.90 mínima).

Las colonias de *Penicillium* desde el punto vista macroscópico, son circulares, ovoides, crecen rápidamente y comienzan siendo de color blanco. Dependiendo de la especie y de otros factores, puede adquirir colores como verde, verde azulado, gris o rosado, entre otros.

### **Figura 3**

*Texturas de las colonias de Penicillium spp.*



*Nota:* UNAM-DGAPA-PAPIME Proyecto PE206620. (2021). Mohos productores de micotoxinas. Género *Penicillium*. UNAM.  
[https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos\\_toxigenos\\_unigras/penicillium.html](https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html)

**Figura 4**

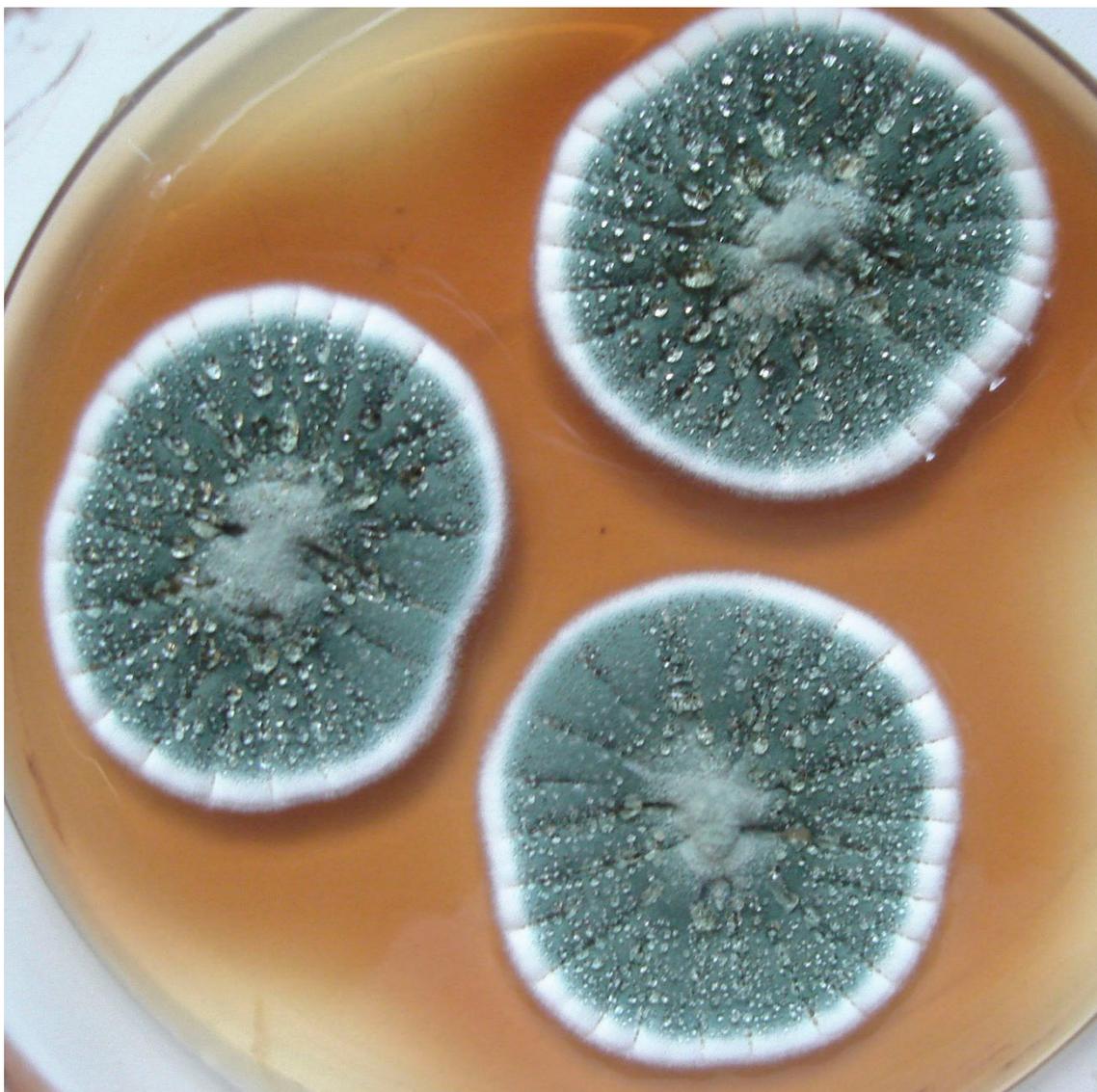
*Texturas de las colonias de Penicillium spp.*



*Nota:* UNAM-DGAPA-PAPIME Proyecto PE206620. (2021). Mohos productores de micotoxinas. Género *Penicillium*. UNAM. [https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos\\_toxigenos\\_unigras/penicillium.html](https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html)

### **Figura 5**

*Texturas de las colonias de Penicillium spp.*



*Nota:* UNAM-DGAPA-PAPIME Proyecto PE206620. (2021). Mohos productores de micotoxinas. Género *Penicillium*. UNAM.  
[https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos\\_toxigenos\\_unigras/penicillium.html](https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html)

Sus esporas se encuentran en forma de bioaerosol en el aire con una concentración ambiental más o menos estable a lo largo del año, aunque se presentan concentraciones pico en primavera e invierno.

Uno de los grandes problemas que genera este tipo de hongo para el hombre es la producción de micotoxinas que tienen diferentes efectos tóxicos en los alimentos. Al ser un hongo presente en el aire, los *Penicillium spp* pueden

considerarse hongos colonizadores tanto en condiciones de campo como de almacenamiento y producir toxinas como la ocratoxina y la citrinina.

La ocratoxina (OTA) se encuentra ampliamente distribuida como contaminante natural de cereales, legumbres y otros alimentos. Una de las propiedades toxicocinéticas más significativas de la OTA es su alta afinidad por proteínas plasmáticas. Dosis elevadas de las toxinas dan lugar a una intoxicación aguda cuyos principales signos clínicos son anorexia, pérdida de peso, hemorragias digestiva y deshidratación que provocan la muerte después de la administración.

La ingesta de alimentos contaminados con dosis menores a 0.2mg/Kg de peso corporal durante periodos inferiores a 4 meses da lugar a la aparición de un efecto tóxico renal en los humanos.

Por otro lado los efectos de la citrinina están relacionados con alteraciones de la función mitocondrial, disminuye el contenido de ATP y actúa sobre enzimas de la ruta del colesterol y los triglicéridos. La ingesta de citrinina provoca pérdida de peso y diarrea debido a una degradación renal.

El ataque producido por *Penicillium spp*, es el más conocido y el que más se ve en alimentos. Es el clásico moho verde. Dicho patógeno no puede atacar a la fruta si no tiene heridas en su superficie y difícilmente se propaga por contacto, si los frutos no presentan lesiones en su corteza.

Este hongo puede permanecer durante meses sobre la corteza de frutas y desarrollarse posteriormente, en cuanto entra en contacto con los líquidos liberados por las heridas de la corteza. Una vez asentado en la fruta, sus hifas blanquecinas excretan una enzima que deshace la lignina de la corteza

reblandeciendo los tejidos. La contaminación de los frutos, se produce siempre por esporas, que se instalan en las heridas de la piel.

Las esporas que provienen del suelo, los envases y el aire, son fuentes de infección. Para su identificación se observa la aparición sobre el fruto de una zona blanda humedecida que se extiende progresivamente. Dicha zona se cubre de un moho blanco, que es la parte vegetativa del hongo. Aparecen las esporas de color verde características.

*Penicillium digitatum* aparece con mayor frecuencia, pero mezclas de éste y *Penicillium italicum* se producen frecuentemente. El moho verde aparece, muchas veces, después de que el moho azul se ha instalado sobre el fruto, con lo que se produce una mezcla en la que las esporas de color verde predominan en poco tiempo.

En muchas ocasiones los alimentos destinados al consumo humano o animal son el hábitat de *Penicillium spp.* Algunas especies son consideradas patógenas de frutas y algunas verduras frescas (sobre todo especies de los subgéneros *Penicillium* y *Biverticillium*) y cereales (algunas especies del subgénero *Penicillium*). Así, algunas *Penicillium spp.* tienen asociaciones específicas con alimentos, lo que permite identificaciones presuntivas, como algunas de las especies pertenecientes al subgénero *Penicillium* en los cereales, o como otras que presentan un mayor grado de especialización: los patógenos de frutas *Penicillium. digitatum* y *Penicillium. italicum* en cítricos y *Penicillium. expansum* en manzana, pera, cereza y otras frutas. Desde el punto de vista económico, las especies de este género causan importantes pérdidas al deteriorar cereales, frutas y otros alimentos durante su almacenamiento. Muchas especies del género son psicotrofas y pueden producir el deterioro de diferentes alimentos

a bajas temperaturas, suponiendo un posible problema para alimentos que se conservan en refrigeración. El almacenamiento de frutas, al tratarse de productos frescos, puede presentar importantes pérdidas debido al crecimiento de *Penicillium spp.* El control de estos posibles problemas se lleva a cabo mediante prevención de daños físicos en la fruta, tratamientos diversos y un almacenamiento a bajas temperaturas lo más corto posible. Los tratamientos seguidos suelen ser mediante fungicidas, lavados con agua o con soluciones desinfectantes o tratamientos térmicos. Técnicas propuestas recientemente utilizan pulverizaciones con bacterias o levaduras como agentes de biocontrol. Estas inoculaciones pueden ser combinadas con calor o con el uso de atmósferas modificadas y fungicidas. Estudios recientes demuestran que es posible inducir una mayor resistencia de los cítricos frente a la infección por *Penicillium digitatum* mediante tratamientos con reguladores de crecimiento, agua caliente, con el agente de biocontrol *Cándida oleophila* o mediante irradiación con UV. También existen propuestas para la utilización de sustancias alternativas como aceites esenciales o peróxido de hidrógeno, carbonato sódico y bicarbonato sódico o molibdato de amonio. Moodley y colaboradores demuestran la efectividad del polietileno, utilizado como material de envasado, para inhibir el crecimiento y sobre todo la producción de patulina por *Penicillium expansum* en manzanas.

## DISEÑO METODOLÓGICO

El tipo de investigación que se realizó fue experimental. Este proyecto se llevó a cabo en dos instancias con dos experiencias, la primera se realizó en un laboratorio de escuela secundaria y la segunda experiencia se llevó a cabo en condiciones caseras ya que el proyecto se desarrolló en medio de la pandemia del Covid-19.

### **1. Ensayos preliminares**

Se decidió probar el desarrollo de mohos en 3 tipos de alimentos (tomate, limón y manzana) con alto porcentaje de agua. Los mismos, fueron cortados como se utiliza culinariamente, con lo cual su interior queda expuesto.

#### **Figura 6**

*Cajas de Petri con trozos de tomate, limón y manzana.*



Se dejaron durante una semana en cajas de Petri en un lugar oscuro y húmedo a una temperatura aproximadamente de 22°C para lograr el desarrollo de hongos. Se comprobó que en los tres el desarrollo de mohos fue abundante.

Con el fin de cumplir con los objetivos de la investigación y obtener resultados más precisos, se decidió continuar trabajando con un solo alimento: el tomate.

## **2. Técnicas e instrumentos.**

### Experiencia 1:

- Cajas de Petri.
- Medio de cultivo para mohos y levaduras: Levaduras 5g/L – Glucosa 20g/L – Cloranfenicol 0,1g/L – Agar 15g/L.

- Queso Roquefort.
- Estufa microbiológica.
- Asa para siembra microbiológica.
- Extracto de ajo: se obtuvo pelando los ajos, eliminando porciones externas (para evitar posibles contaminaciones) y triturándolo con una prensa manual de acero inoxidable.
- Autoclave.
- Lupa binocular.
- Microscopio.

#### Experiencia 2:

- Recipientes de vidrio.
- Queso Roquefort.
- Alfiler de gancho
- Contenedor plástico.
- Extracto de ajo: se obtuvo pelando los ajos, eliminando porciones externas (para evitar posibles contaminaciones) y triturándolo con una prensa manual de acero inoxidable.
- Aceite natural de ajo: se obtuvo de forma casera utilizando una prensa manual de acero inoxidable, aplicando presión sobre los dientes de ajo para empujar el líquido a través de un medio filtrante, en este caso una tela de lycra.

## **PROCEDIMIENTO**

#### Experiencia 1:

En principio, se realizó aislamiento de esporas *Penicillium roqueforti*, para asegurar el género del hongo, dado que cuando se produce el ataque en alimentos se desarrolla, en la mayoría de los casos, un complejo de hongos acompañado de bacterias. Se inoculó en medio de cultivos para mohos y levaduras, con la siguiente composición en gramos por litro: Levaduras 5 –

Glucosa 20 – Cloranfenicol 0,1 – Agar 15. Fue llevado a estufa microbiológica a 30°C para su desarrollo.

### Figura 7

*Inoculación de esporas de *Penicillium roqueforti* en medio de cultivo.*



### Figura 8

*Inoculación de esporas de *Penicillium roqueforti* en medio de cultivo.*



**Figura 9**

*Estufa microbiológica.*



Al cabo de 7 días se observó la evolución del hongo, la cual ocupó la  $\frac{3}{4}$  parte de la caja de Petri.

En otra caja de Petri se inoculó en medio de cultivo con las esporas obtenidas en el ensayo anterior y se le colocó un triturado de ajo y fue llevado a estufa a 30°C.

**Figura 10**

*Triturado de ajo con esporas de *Penicillium* en caja de Petri.*



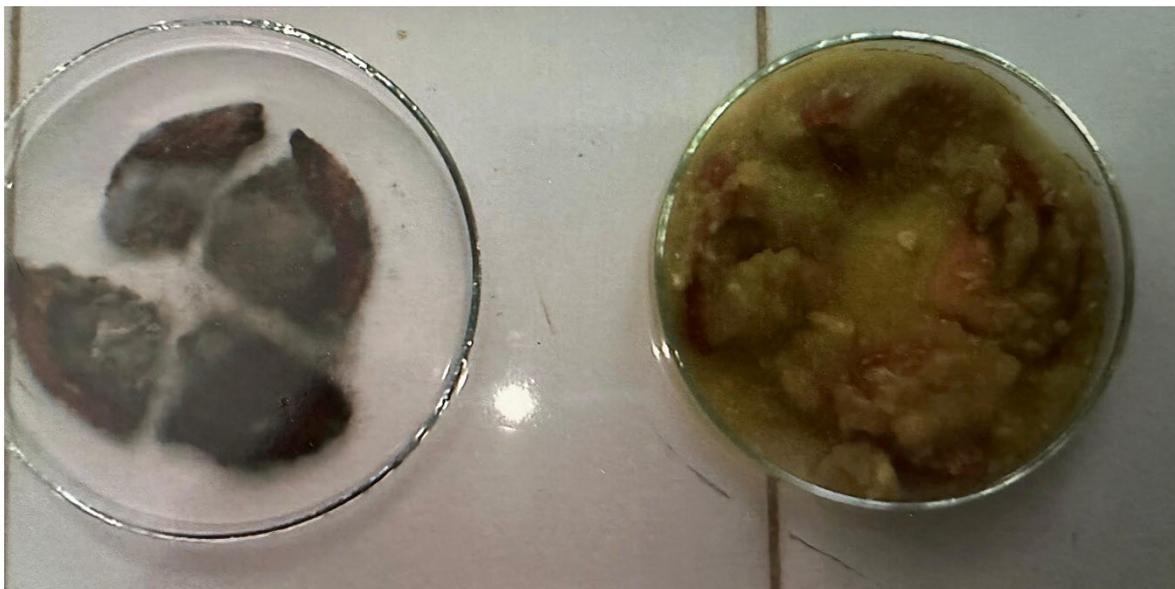
A los 7 días se realizaron observaciones, utilizando el microscopio y lupa binocular habiendo desarrollo de mohos.

Por otro lado se decidió colocar en una caja de Petri, tomate cortado en trozos con el triturado de ajo preparado y esporas de *Penicillium spp*, y se lo llevó a estufa de cultivo microbiológico a una temperatura promedio de 30°C y en otra caja de Petri se dejó trozos de tomate como testigos sin intervención de triturado de ajo y esporas.

Al cabo de 14 días, la caja que contenía el tomate como testigo tenía presencia de mohos en cambio en la caja que contenía el tomate con el triturado de ajo y las esporas no se observó desarrollo de mohos.

**Figura 11**

*Lado derecho caja con tomate testigo, lado izquierdo tomate con triturado de ajo.*



Todo el instrumental y medios de cultivo fueron esterilizados en autoclave a 121°C durante 15 minutos.

### Experiencia 2:

Para corroborar los resultados de la experiencia 1, al pasar un tiempo se decidió realizar una nueva experiencia donde en un ambiente oscuro y a una temperatura entre 22 y 24°C, se colocaron en un contenedor cerrado 4 recipientes de vidrio, previamente esterilizados, con las siguientes alternativas:

- Tomate cortado cubierto con triturado de ajo y sembrado con esporas de *Penicillium* spp. (En esta oportunidad se extrajo la espora del *Penicillium* directamente del queso roquefort y se inoculó con un asa casera al triturado de ajo)
- Tomate cubierto con aceite natural de ajo y sembrado con esporas de *Penicillium* spp.

- Tomate cubierto con film (Esta opción es para descartar que el no desarrollo de mohos en el tomate sea por tener una “capa protectora” cubriéndolo sin importar qué es lo que lo recubre.)
- Tomate testigo.

### Figura 12

*Trozo de tomate cubierto con triturado de ajo y esporas de Penicillium.*



**Figura 13**

*Trozo de tomate cubierto con aceite natural de ajo.*



**Figura 14**

*Trozo de tomate testigo.*



**Figura 15**

*Trozo de tomate envuelto en film.*



**Figura 16**

*Plano cenital de las 4 alternativas.*



Se propone realizar esta comparativa con el fin de observar en el lapso de 14 días el comportamiento del ajo en las diferentes opciones.

Al cabo de 7 días se observa lo siguiente:

**Figura 17**

*Tomate con triturado de ajo, sembrado con esporas de Penicillium.*



**Figura 18**

*Tomate con aceite natural de ajo, sembrado con esporas de Penicillium.*



**Figura 19**

*Tomate testigo*



**Figura 20**

*Tomate envuelto en film.*



Al cabo de 14 días se observa lo siguiente:

**Figura 21**

*Tomate con triturado de ajo, sembrado con esporas de Penicillium*



**Figura 22**

*Tomate con aceite natural de ajo, sembrado con esporas de Penicillium.*



**Figura 23**

*Tomate testigo*



**Figura 24**

*Tomate envuelto en film.*



## RESULTADOS

Experiencia 1: En esta experiencia en el lapso de 15 días se pudieron observar dos cosas: cuando la espora de *Penicillium* está en contacto con el triturado de ajo, se desarrolla; mientras que cuando la espora de *Penicillium* está en contacto con el triturado de ajo y el tomate se inhibe el desarrollo y se constata micro y macroscópicamente que no hay presencia.

Experiencia 2: En esta experiencia de 14 días, estando las 4 alternativas en el mismo ambiente cerrado se pudieron observar 4 cosas: en el trozo de tomate que no tenía nada (testigo) proliferó el desarrollo de *Penicillium*, en el trozo de tomate envuelto en film también proliferó el desarrollo de hongos por lo que se descarta la opción de que el no desarrollo se deba a estar recubierto; en cambio en el trozo de tomate que tenía triturado de ajo junto con la espora no hubo desarrollo macroscópico de *Penicillium*, el tomate quedó intacto a los 7 y a los 14 días y en el trozo de tomate donde estaba el aceite natural de ajo tampoco hubo desarrollo de *Penicillium*, pero a diferencia del trozo con triturado de ajo, en este caso el tomate fue deteriorándose paulatinamente pasaban los días desprendiendo una especie de líquido y formando manchas, posiblemente alterado por bacterias.

## DISCUSIÓN

Alcances de los resultados del trabajo:

- Se pudo seleccionar un alimento para experimentar.
- Se pudo cultivar esporas de *Penicillium* spp.
- Se logró inocular esporas de *Penicillium* spp. sobre tomate y ajo.

### Resultados obtenidos y esperados:

- De acuerdo con el marco teórico, donde se considera al ajo un antimicrobiano natural, se esperaba que la espora de *Penicillium spp.* no se desarrollara sobre el tomate con el triturado de ajo y en el tomate con aceite natural de ajo. Al haberse corroborado la hipótesis, se plantea la discusión de considerar al ajo, como un conservante natural y proyectar, de esta manera, la continuidad de la investigación.
- Cabe mencionar que el tomate con aceite natural de ajo tuvo un comportamiento diferente ya que si bien no se desarrollaron esporas de *Penicillium spp.* sufrió un deterioro generalizado, pudiéndose visualizar manchas y desprendimiento de líquido, que podría asociarse a la presencia de bacterias.

## CONCLUSIONES

A pesar de las diferentes técnicas de conservación disponibles, la alteración de alimentos por parte de los microorganismos, es un problema no controlado del todo. A eso se le suma la necesidad de la población de adquirir alimentos lo más naturales posibles.

Debido a esto y a la existencia de información referente a los diferentes componentes y propiedades del ajo y a los estudios de la actividad antimicrobiana del mismo, permitieron analizar su origen y sus principales características fisicoquímicas.

La aplicación de triturado de ajo en tomate ha prolongado la vida útil de éste, inhibiendo microorganismos causantes de la descomposición. En la obtención de este triturado se tuvo en cuenta la trituración y las condiciones ambientales como la temperatura.

En la búsqueda de las propiedades antimicóticas del ajo sobre *Penicillium spp*, se ha podido comprobar su efectividad en tomate al no observarse la presencia micro y macroscópica de mohos, cuando se le coloca el ajo triturado o cuando contiene el aceite natural del mismo.

En base a los resultados obtenidos en ambas experiencias se pretende seguir trabajando con ensayos con el fin de ampliar la investigación y constatar su poder antimicótico sobre otros alimentos para lograr un preparado de ajo en forma de atomizador inodoro y así poder conservar de forma natural diversos alimentos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1- Carrillo, L. (2003). *Los Hongos de los alimentos y forrajes*. Salta, Argentina: Universidad Nacional de Salta.
- 2- Carrillo, L. y Audisio, M. (2007). *Manual de microbiología de los alimentos*. Argentina: Edición del Autor
- 3- Blog de Ceupe. (2020). Clasificación de Hongos en alimentos. Ceupe European Business School. <https://www.ceupe.com/blog/clasificacion-de-hongos-en-alimentos.html>
- 4- CAVALLITO, Chester J.; BAILEY, John Hays. (1944). Alicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *Journal of the American Chemical Society*, vol. 66, no 11, p. 1950-1951
- 5- Cordova Bentancourt, M. Ángeles. (2010, junio). Extracción y purificación de alicina a partir de ajo (*Allium sativum* L.): implicaciones analíticas. . [Tesis doctoral o de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9243/1/81.pdf>.
- 6- Eva Martínez Benítez. (2003). ESTUDIO DE ESPECIES MICOTOXÍGENAS DEL GÉNERO *Penicillium*: *Penicillium verrucosum* Dierckx. [Tesis doctoral o de maestría, Universitat Autònoma de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5598/emb1de1.pdf?sequence=1>
- 7- Garzón Vallejo, J. F. (2018). Uso del ajo y/o sus compuestos activos como agente antimicrobiano en la industria de alimentos. [Tesis doctoral

o de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD  
Escuela de Ciencias Básicas de Tecnología e Ingeniería].

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21491>.

- 8- Giusiano, G. E. (2012). *Micología General. Cátedra de Microbiología, Parasitología e Inmunología*.
- 9- Pinzón, H. (2009). El cultivo del ajo. Produmedios
- 10- Hernández Padilla, L. (2003). Actividad inhibitoria y letal de los extractos de ajo para *E. coli* y *L. innocua*. [Tesis doctoral o de maestría, Universidad de las Américas Puebla.].  
[https://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/hernandez\\_p\\_ld/](https://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/hernandez_p_ld/).
- 11- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2020). *Penicillium spp.*. INSST. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/penicillium-spp>
- 12- James M. Jay, Martin J. Loessner, David A. Golden. (2008). *Modern Food Microbiology*. Springer Science & Business Media
- 13- Jiménez Mora, G. (2006). El ajo, un ingrediente aromatizante de la gastronomía . Mailxmail.
- 14- Lawson, L., & Lawson, L. (1998). Garlic: a review of its medicinal effects and indicated active compounds.
- 15- L.J.. (2005, septiembre). El ajo y sus sorprendentes propiedades terapéuticas . *Discovery Salud*, 75, pp.
- 16- López de Cerain A, Jiménez AM, Ezpeleta O, Bello J. (2000). Efectos tóxicos de la Ocratoxina A. *Revista de toxicología*, 17, pp. 61-69
- 17- Martín P.. (2020). *Moho Penicillium. Quesodeoveja*.  
<https://quesodeoveja.org/moho-penicillium>

- 18-**Scarpatti N.. (2023). Producción de ajo en Argentina. Evolución del cultivo hasta la temporada 2021/22. argentina.gob.ar.  
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sagyp-informe-produccion-ajo-febrero-2023.pdf>
- 19-**Soriano del Castillo, J. M.. (2007). Micotoxinas del género *Penicillium*. En Micotoxinas en alimentos. (Ed. España), (pp. 374-384). Ediciones Díaz de Santos
- 20-**UNAM-DGAPA-PAPIME Proyecto PE206620. (2021). Mohos productores de micotoxinas. Género *Penicillium*. UNAM.  
[https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos\\_toxigenos\\_unigras/penicillium.html](https://masam.cuautitlan.unam.mx/mohos_toxigenos_unigras/penicillium.html)
- 21-** Valencia Llano, A. (2011). Plantas Medicinales de Interés Médico. Calameo. <https://www.calameo.com/books/0009986802095035bb129>