

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto del Nitrato de Plata (AgNO_3) en Producción y Calidad de Ajo (*Allium sativum* L.) Cultivado en Dos Ambientes

Por:

ERICK ALONSO RODRÍGUEZ ALVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto del Nitrato de Plata (AgNO_3) en Producción y Calidad de Ajo (*Allium sativum* L.) Cultivado en Dos Ambientes

Por:

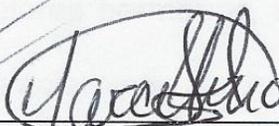
ERICK ALONSO RODRÍGUEZ ALVAREZ

TESIS

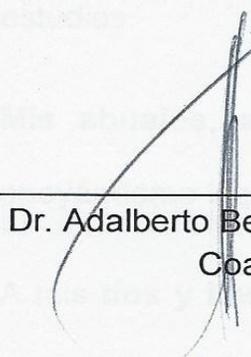
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

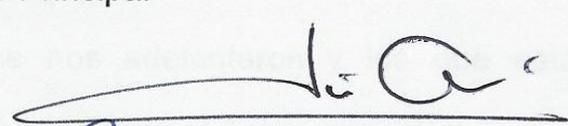
Aprobada



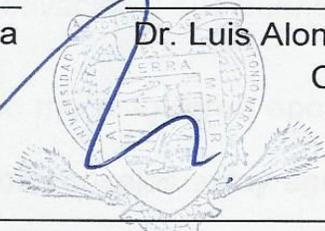
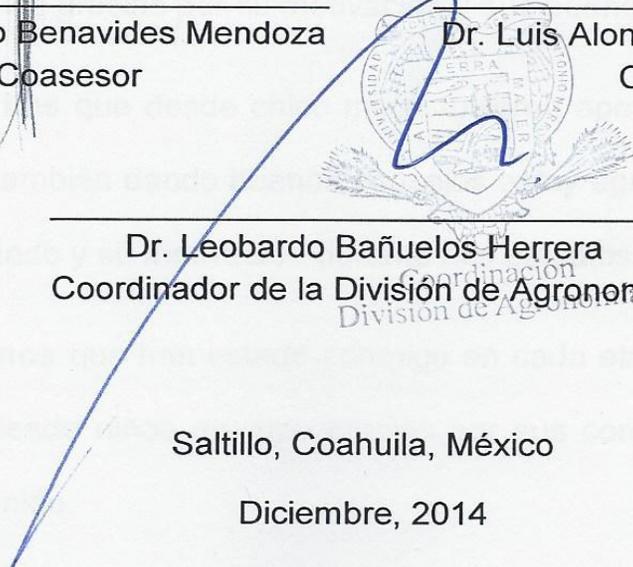
Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Asesor Principal



Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Coasesor



Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2014

DEDICATORIAS

Con todo el cariño y amor a mis padres que los quiero mucho: **Cecilia Alvarez Mendoza y J. Carmen Rodríguez Ortega** que gracias al apoyo incondicional que me han brindado durante este largo camino hoy cumplí una de mis metas, además que me han enseñado a ser responsable y cumplido en todas mis actividades, le doy muchas gracias a Dios por haberme dado esta hermosa familia y estoy muy agradecido porque cada día gracias a ellos he podido salir adelante y realizarme como persona.

A mis hermanos **María del Carmen Vianey, Martha Guadalupe, Cecilia Montserrat y José Carmen** por su cariño y apoyo que me dan día con día, además que son los mejores hermanos, espero ser un buen ejemplo para ustedes y muchas gracias por su motivación para concluir mis estudios.

Mis abuelos, aunque unos ya se nos adelantaron y los que están apoyándome les doy muchas gracias por su motivación y sus buenos consejos.

A mis **tíos y tías** que desde chico me estuvieron apoyando en lo que yo necesitara y también dando buenos consejos estoy agradecido por todo lo que me han dado y su motivación durante mis estudios.

Para mis **primos** que han estado conmigo en cada etapa de mi vida y su convivencia desde niños muchas gracias por sus consejos y su amistad que hemos tenido.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios, la Virgen de Guadalupe y San Judas Tadeo**, por tener la dicha de estar con vida y estar con mi familia, ya que ustedes han estado a mi lado en las buenas y malas dándome fuerzas para no rendirme, por ello pude concluir una etapa de mi vida y me has dado la oportunidad de ser mejor persona con todos los que me rodean.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por darme la oportunidad de realizar mi carrera profesional y sentirme orgulloso de ser un egresado de esta bonita institución llena de valores.

Al **Departamento de Horticultura y sus Profesores** que me recibieron y apoyaron durante la realización de mis estudios profesionales.

A la **Universidad Autónoma Chapingo** por recibirme para la realización de mi semestre de intercambio, el cual fue uno de mis mejores semestres, ya que pude completar mis estudios aprendiendo cosas nuevas y conociendo nueva gente.

Al **Departamento de Fitotecnia y sus Profesores** por abrirme las puertas para poder aprender nuevas cosas tanto teóricas como prácticas las cuales me van ayudar en cualquier momento en que ande trabajando.

Al **Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente** por haberme ofrecido un proyecto para la realización de mi tesis, su apoyo durante su realización y su dedicación para la revisión del trabajo.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su colaboración y disponibilidad para la revisión del trabajo.

Al **Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar** por su colaboración y disponibilidad para la revisión del trabajo.

A mis amigos de generación **Juan Pablo Vargas, Julio Manzano, Miguel Manzano, Salvador Cruz (Chava), David Rincón (El gallo), José Andrés de la Cruz (Andresin), Víctor Pérez (Pérez), Marcos Gabino, Mónica Alik, Arnulfo Torres (Fino), Leonardo Vásquez**, gracias por su amistad a lo largo de la carrera.

A mis amigos **Bladimir (Blady), Ricardo Baeza (Joven), Agustín Ramírez (Gute), Fernando Camarillo (Tigre)**, por su apoyo en el establecimiento del experimento y medición.

A mis amigos de Chapingo **Magdiel (Magotiel), Mikel (El tío), Pedro (piter), Lupita, Luis, Manuel, Osvaldo, Jorge Lomelí, Brandon, Carlos, Beatriz, Giovanni**, gracias por su amistad durante mi semestre de intercambio en Chapingo.

“La vida consiste no en tener buenas cartas, sino en jugar bien las que uno tiene” (Josh Billings).

RESUMEN

El trabajo se realizó en el ciclo de octubre 2012 – marzo 2013, en dos ambientes diferentes uno fue en Juventino Rosas, Guanajuato y el otro en Saltillo, Coahuila (UAAAN), con el objetivo de estudiar el efecto del Nitrato de Plata en la producción y calidad del ajo cultivado en dos ambientes, utilizando seis tratamientos a base de las siguientes concentraciones: 0,30, 60, 90 120, 150 mg L⁻¹. Las aplicaciones se realizaron foliarmente con intervalos de 15 días dando inicio en la emergencia y concluyendo en la etapa de bulbificación. Se utilizó ajo morado de la variedad Tacáztcuaro. El diseño estadístico fue bloques al azar, con 6 tratamientos y 20 repeticiones. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SAS v. 9.0 y una comparación de medias con Tukey ($\alpha=0.05$). Las variables evaluadas fueron: peso de bulbo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, numero de bulbillos, °Brix, potencial redox y vitamina C. El nitrato de plata tiene efecto en el potencial redox para el ambiente 1(Gto) donde el tratamiento 3 (60 mg L⁻¹ de AgNO₃) presento mayor potencial antioxidante de -90. No tuvo efecto en las variables peso de bulbos, diámetro ecuatorial, numero de bulbillos y °Brix. En la variable diámetro polar y vitamina C no hubo diferencia significativa, pero el ambiente 2 (Saltillo) presento los valores más altos que el 1 (Gto). Al comparar a nivel ambiente, se obtuvieron mejores resultados en el 1 (Gto).

Palabras clave: Nitrato de Plata, *Allium sativum*.

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Aplicación de nutrientes por etapas.....	29
Cuadro 2. Descripción de tratamientos.....	32
Cuadro 3. Cuantificación de vitamina C.....	34

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Peso de los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	36
Figura 2. Diámetro polar de los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	37
Figura 3. Diámetro ecuatorial de los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	38
Figura 4. Número de bulbillos (dientes) en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata	39
Figura 5. Contenido de °Brix en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	40
Figura 6. Potencial redox en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	41
Figura 7. Contenido de Vitamina C en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata.....	42

ÍNDICE DE TABLAS (APÉNDICE)

	Pág.
Tabla 1. Comparación de las medias de peso de los bulbos para el ambiente 1.....	59
Tabla 2. Comparación de las medias de peso de los bulbos para el ambiente 2.....	59
Tabla 3. Comparación de las medias del diámetro polar para el ambiente 1.....	59
Tabla 4. Comparación de las medias del diámetro polar de los bulbos para el ambiente 2.....	60
Tabla 5. Comparación de las medias del diámetro ecuatorial para el ambiente 1.....	60
Tabla 6. Comparación de las medias del diámetro ecuatorial para el ambiente 2.....	60
Tabla 7. Comparación de las medias del número de bulbillos (dientes) para el ambiente 1.....	61
Tabla 8. Comparación de las medias del número de bulbillos (dientes) para el ambiente 2.....	61
Tabla 9. Comparación de las medias en la variable °Brix para el ambiente 1.....	61
Tabla 10. Comparación de las medias en la variable °Brix para el ambiente 2.....	62

Tabla 11. Comparación de las medias en la variable potencial redox para el ambiente 1.....	62
Tabla 12. Comparación de las medias en la variable potencial redox para el ambiente 2.....	62
Tabla 13. Comparación de las medias en la variable vitamina C para el ambiente 1.....	63
Tabla 14. Comparación de las medias en la variable vitamina C para el ambiente 2.....	63
Tabla 15. Análisis de varianza para la variable peso en el ambiente 1.....	63
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable peso en el ambiente 2.....	64
Tabla 17. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el ambiente 1.....	64
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el ambiente 2.....	64
Tabla 19. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el ambiente 1.....	65
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el ambiente 2.....	65
Tabla 21. Análisis de varianza para la variable número de bulbillos en el ambiente 1.....	65

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable número de bulbillos en el ambiente 2.....	66
Tabla 23. Análisis de varianza para la variable °Brix en el ambiente 1.....	66
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable °Brix en el ambiente 2.....	66
Tabla 25. Análisis de varianza para la variable potencial redox en el ambiente 1.....	67
Tabla 26. Análisis de varianza para la variable potencial redox en el ambiente 2.....	67
Tabla 27. Análisis de varianza para la variable vitamina C en el ambiente 1.....	67
Tabla 28. Análisis de varianza para la variable vitamina C en el ambiente 2.....	68

ÍNDICE DE TEXTO

	Pág.
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS (APENDICE)	vi
ÍNDICE DE TEXTO	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivo específico.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades del cultivo.....	3
2.1.1. Origen.	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.	3
2.1.3. Descripción del cultivo.	4
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	6
2.2. Importancia del ajo.....	7
2.2.1. Producción mundial.....	7
2.2.2. Producción nacional.....	8
2.2.3. Propiedades terapéuticas.	9

2.2.4. Parámetros de calidad.....	10
2.2.5. Factores que influyen en el sabor.....	11
2.3. Usos del ajo.....	12
2.3.1. En la alimentación.....	12
2.3.2. En la salud humana.....	13
2.3.3. Protección de los cultivos.....	13
2.4. Principales componentes del ajo.....	14
2.4.1. Compuestos orgánicos.....	14
2.4.2. Compuestos organosulfurados.....	15
2.4.3. Compuestos fenólicos.....	15
2.5. Principales antioxidantes en el ajo.....	16
2.5.1. Flavonoides.....	16
2.5.2. Alicina.....	17
2.5.3. Ajo como antioxidante.....	18
2.5.4. Efecto sobre radicales libres.....	19
2.5.5. Importancia de la vitamina C.....	20
2.6. Generalidades de la plata.....	21
2.6.1. Actividad antimicrobiana.....	21
2.6.2. Nanopartículas de plata.....	22
2.6.3. Propiedades de la plata.....	23
2.7. Nitrato de plata.....	24
2.7.1. Aplicación del nitrato de plata en los cultivos.....	25

III. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1. Localización del experimento.....	27
3.2. Material vegetal.	28
3.3. Siembra.	28
3.4. Manejo del cultivo.....	28
3.4.1. Riegos.....	28
3.4.2. Fertilización.....	29
3.4.2.1. Macroelementos.....	29
3.4.2.2. Microelementos.....	30
3.4.3. Control de malezas.....	31
3.4.4. Control de plagas.....	31
3.4.5. Control de enfermedades.....	31
3.5. Aplicación del nitrato de plata.....	31
3.6. Tratamientos evaluados.....	32
3.7. Diseño experimental.....	32
3.8. Variables de estudio.....	33
3.8.1. Peso de bulbos.....	33
3.8.2. Diametro polar de bulbo.....	33
3.8.3. Diametro ecuatorial de bulbo.....	33
3.8.4. Numero de bulbillos.....	33
3.8.5. °Brix.....	33
3.8.6. Potencial redox.....	34
3.8.7. Vitamina C.....	34

3.9. Analisis estadístico.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Peso de bulbos.....	36
4.2. Diametro polar de bulbo.....	37
4.3. Diametro ecuatorial de bulbo.....	38
4.4. Numero de bulbillos.....	39
4.5. °Brix.....	40
4.6. Potencial redox.....	41
4.7. Vitamina C.....	42
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	44
VII. APÉNDICE.....	59

I. INTRODUCCIÓN

El ajo ocupa el decimocuarto lugar de las hortalizas producidas a nivel mundial, con una producción de 14.5 millones de toneladas (Trejo, 2006), sin embargo México aparece entre los principales exportadores de ajo, aunque con baja participación, respecto a las ventas mundiales de ajo (Robles, *et al.*, 2006).

Actualmente también se le considera de gran importancia por sus propiedades antisépticas, diuréticas, estimulantes de la secreción biliar y estomacal, vermífugo, vasodilatadores y por su efecto contra la arteriosclerosis y trombosis (Cardona y González, 2006). Estos eventos están controlados por una enzima llamada Alinasa, la cual es producto de la acción del genoma de la planta (Keusgen, *et al.*, 2002). El ajo contiene también minerales y vitaminas necesarias para el adecuado funcionamiento del cuerpo humano (Thompson, *et al.*, 2006; Barak, *et al.*, 2007).

El uso de pequeñas cantidades de elementos traza como el selenio, la plata, etc. que al ser absorbidos por la planta, desencadenan una respuesta oxidativa que, a su vez, se traduce en un incremento en la cantidad total de antioxidantes en las plantas (Cabrera De la Fuente, *et al.*, 2006; Rosales-Velázquez *et al.*, 2006).

1.1 Objetivo General

Determinar el comportamiento del ajo en cuanto a producción y calidad utilizando AgNO_3 de manera foliar en dos ambientes diferentes.

1.1.1 Objetivo Específico

Determinar el efecto del nitrato de plata aplicado foliarmente en el peso, diámetro ecuatorial y polar en los bulbos de ajo.

Cuantificar el número de bulbillos (dientes), ° Brix, potencial antioxidante y contenido de ácido ascórbico (Vitamina C) en los bulbos de ajo.

1.2 Hipótesis

El cultivo del ajo tendrá un comportamiento heterogéneo en base a producción y calidad nutracéutica mediante la aspersion foliar de nitrato de plata en diferentes concentraciones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del Cultivo

2.1.1 Origen

Con aproximadamente 5000 a 7000 años de existencia, el ajo (*Allium sativum* L.) es una de las plantas que actualmente se usa como hortaliza, especie o hierba medicinal. El ajo es originario de Asia Central (Etoh, 1997), su cultivo se extiende desde los países asiáticos y latinos hasta América del Norte con éxito considerable. Se extendió hacia el Este hasta alcanzar China y hacia el Oeste en dirección a Europa. El comercio europeo facilitó su distribución, lo que hizo del ajo un condimento básico en muchos alimentos.

Su consumo ha sido citado en textos de la época de los egipcios y la de los romanos, asociándolo como un alimento que daba mayor fuerza y vigor para la realización de trabajo físico. Durante la Edad Media fue utilizado como preventivo del cólera (Cardona y González, 2006).

2.1.2 Clasificación Taxonómica

El ajo cuyo nombre científico es *Allium sativum* L., se relacionan los siguientes acontecimientos con relación a su clasificación taxonómica de las angiospermas realizada por Melchior en 1964 ubicó al género *Allium* en la familia Liliaceae; clasificaciones realizadas posteriormente, lo ubicaron en la familia Amarillidaceae con base en la estructura de la inflorescencia, en la más reciente clasificación de las monocotiledóneas se

ha aceptado a las Alliaceae como una familia, con lo que Takhtajan en 1997 propone la siguiente clasificación taxonómica (Fritsch and Friesen, 2002):

Clase: Liliopsida, Subclase: Liliidae, Superorden: Lilianae, Orden: Amaryllidales, Familia: Alliaceae, Subfamilia: Allioideae, Tribu: Allieae, Género: *Allium*, Especie: *Sativum*

2.1.3 Descripción del Cultivo

Según (Reveles, *et al.*, 2009) la planta del ajo llega a medir desde 30 hasta cerca de 90 centímetros de altura, es una planta herbácea, bulbosa, sus bulbos son odoríferos, sus raíces son adventicias que se localizan entre 5 y 45 centímetros de profundidad, aunque llegan a medir hasta 70 y 80 centímetros de longitud.

El verdadero tallo mide cerca de 30 milímetros de diámetro y 5 milímetros de altura y tiene forma de plato, del cual nacen las hojas y raíces, las hojas miden de uno a tres centímetros de ancho y de 20 a 50 centímetros de largo, están formadas por una vaina y un limbo aplanado, estrecho, largo y fistuloso, con una nervadura central bien desarrollada y con terminación en punta; el falso tallo es corto y erecto y está constituido por las vainas de las hojas. En la base de las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y al morir se convierten en túnicas protectoras (llamadas catáfilas) del bulbo (Reveles, *et al.*, 2009).

El bulbo está compuesto de varios bulbillos o dientes unidos en su base que se forman en las axilas de las hojas en número de seis o siete en adelante, por lo que se les considera hojas transformadas que sirven para almacenar reservas de la planta; los bulbillos son envueltos de manera individual por túnicas interiores, mientras que el bulbo completo es envuelto por túnicas exteriores transparentes membranosas de coloraciones que van del blanco al rojizo o púrpura y que se forman en el interior de las hojas envainadas (Kamenetsky, *et al.*, 2006).

El número de dientes puede variar desde seis hasta 20 en la mayoría de los casos, aunque se llegan a encontrar bulbos con 40 o más dientes, como es el caso de algunos materiales criollos de los estados de San Luis Potosí o Nuevo León (Reveles, *et al.*, 2009). Según (Valenzuela, *et al.*, 2008) el número de dientes por bulbo es un parámetro para la comercialización de este producto, ya que en el mercado de exportación no se aceptan bulbos con más de 15 dientes.

La planta de ajo puede producir un tallo o escapo floral en cuya parte superior aparece la inflorescencia en forma de umbela esferoidal cubierta por una bráctea grande, membranosa y caduca. La umbela está constituida por flores pequeñas con seis sépalos y pétalos de color blanco o rosado así como seis estambres y un pistilo que al madurar dan origen a un fruto con tres cavidades, cada una con dos semillas, que rara vez se producen (Sarita, 1995; Peña-Iglesias; 1988, Kemper, 2000).

2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos

El ajo, requiere de rangos de temperaturas específicos para cada etapa de desarrollo. Es decir, clima fresco a frío durante su primer estado de desarrollo y caluroso y luminoso desde que comienza a formarse el bulbo hasta la cosecha, siendo la temperatura un factor decisivo en la formación de bulbos (Giacconi y Escaff, 1999).

La temperatura umbral mínima para crecimiento está entre 4 y 8°C, mientras que la temperatura crítica de helada es de -1°C. En etapas tempranas de desarrollo le son favorables temperaturas de entre 8 y 16°C para la brotación y la formación de bulbos. Después de la inducción de bulbos, temperaturas de entre 18 y 20°C son favorables para el crecimiento del bulbo; la temperatura máxima durante este período no debe ser superior a los 30° (Ruiz, *et al.*, 1999).

Debido a su escaso desarrollo radical, se adapta a diferentes tipos de suelo, pero no se desarrolla bien en suelos pesados y compactos. Cabe señalar, que el óptimo se logra en suelos francos, franco-arcilloso, provistos de una buena dotación de materia orgánica, pH entre 6 - 7 y buen drenaje ya que el ajo es sensible al exceso de agua (Ruiz, *et al.*, 1999).

Debido a que el ajo es una planta bianual, entre cada ciclo de crecimiento éste entra a un estado latente durante el cual le es imposible germinar para formar una nueva planta (García, 1998). Además, el ajo requiere de

horas frío para la formación del bulbo. El rango óptimo de temperatura para obtener plantas capaces de desarrollar bulbos es entre 5 a 10 °C (García, 1998).

2.2 Importancia del Ajo

2.2.1 Producción Mundial

De acuerdo con Jacqueline (2010), el mercado mundial de ajo ha crecido gracias a los cambios producidos en los hábitos de consumo. Se reconocen cuatro grandes centros de producción y consumo: el primero es el centro asiático, formado por China, India, Indonesia, las dos Coreas y Tailandia que producen el 89,15% del ajo del mundo; el segundo es el centro europeo integrado por España, Francia e Italia que aportan el 4,29% de la producción mundial; el tercer grupo está conformado por África con 3,14% y finalmente América cuyo aporte es 3,41%, de esta cantidad Brasil, Argentina y Chile, producen alrededor del 1,5% (FAOSTAT, 2010). Esta hortaliza ocupa el decimocuarto lugar de las hortalizas producidas a nivel mundial, con una producción de 14.5 millones de toneladas (Trejo, 2006).

Considerando los volúmenes de producción a nivel mundial durante los últimos años, ésta se ha incrementado en los países asiáticos, en tanto que hay una notable disminución en los países de América del Sur, con un rendimiento promedio de 13.958 t·ha⁻¹.

Sin embargo México aparece entre los principales exportadores de ajo, aunque con baja participación, respecto a las ventas mundiales de ajo (Robles, *et al.*, 2006).

2.2.2 Producción Nacional

La producción en México se concentra principalmente en Zacatecas, Guanajuato, Aguascalientes, Baja California, Puebla y Sonora (Trejo, 2006). La superficie sembrada a nivel nacional en el 2012 fue de 5451.90 ha, con una producción de 54,015.27 Ton (SIAP, 2013).

México ocupó para el año 2007 el lugar número 22 dentro de los 94 países productores que reporta la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la superficie cosechada de ajo a nivel nacional hace 47 años, en el 1961 era de 5,315 hectáreas; a partir de los años 70's se registra un incremento en la superficie para caer levemente en las décadas de 1980 y 1990, aunque se registra un incremento considerable para el año 1997 llegando a 9,304 hectáreas, en 1998 empieza a disminuir la superficie hasta el 2002 llegando a 4,484 y prácticamente mantenerse hasta 2007 con una superficie de 5,200 hectáreas (FAO, 2009).

Este comportamiento lo atribuye el Comité Nacional de Sistema Producto Ajo (CONAJO) al estancamiento del comercio del producto nacional debido a la introducción ilegal de ajo de otros países, principalmente de

China, aun cuando la calidad, sabor y condiciones sanitarias de ese producto son inferiores a las del producto nacional (CONAJO, 2009).

2.2.3 Propiedades Terapéuticas

Las propiedades medicinales de ajo son conocidas desde épocas antiguas. La farmacopea popular (a lo largo de varias épocas y en distintas partes de mundo) le atribuye al ajo la capacidad de curación de un sin número de padecimientos. En general se le han adjudicado al ajo, propiedades como estimulante de la secreción biliar y estomacal, vermífuga, antiespasmódica, estimulante del sistema nervioso central, antiséptico, antibiótico, antihelmíntico, insecticida, repelente de insectos, antipirético, hipoglucemiante, contra el dolor de cabeza, como poderoso remedio para las enfermedades de sistema cardiovascular tales como la aterosclerosis, la trombosis y el infarto, además como vasodilatador (Morales, 1999; García, 1998). Actualmente también se le considera por sus propiedades antisépticas, diuréticas, estimulantes de la secreción biliar y estomacal, vermífugo, vasodilatadores y por su efecto contra la arteriosclerosis y trombosis (Cardona y González, 2006).

Sobre esa base científicos de todo el mundo se han enfrascado a verificar y confirmar algunas de estas propiedades. El ajo es, con más de 300 estudios publicados, una de las plantas más estudiadas (Nagpurkar, *et al.*, 2000).

2.2.4 Parámetros de Calidad

La calidad depende de las características del bulbo, tales como el contenido de materia seca y de carbohidratos. Una alta cantidad de materia seca se considera muy importante para la capacidad de almacenaje de los bulbos y se ha indicado que la proporción de fructosanos u otros polisacáridos pueden correlacionar esta capacidad (Hendriksen y Hansen, 2001; Benkeblia, *et al.*, 2005).

La conservación de los bulbos de *Allium* depende de muchos factores como temperatura, humedad relativa, cultivar, prácticas hortícolas, tiempo de cosecha, remoción de follaje seco, clasificación de bulbos, manipulación y condiciones y régimen de almacenamiento (Currah y Proctor, 1990; Mogren, *et al.*, 2009). La mayor pérdida de masa fresca se debe a la deshidratación que ocurre como consecuencia de la transpiración, y esta se considera una causa importante del deterioro de *Allium* en almacenamiento (Benkeblia, *et al.*, 2005).

El momento de cosecha también es importante porque permite maximizar el rendimiento de los compuestos presentes en los dientes. Brewster (2001) afirmó que los bulbos deben dejarse en el campo hasta que sus hojas protectoras estén completamente suberificadas.

El oscurecimiento es un problema que ocurre durante el procesamiento y el almacenaje de ajo. Éste junto con el sabor y la firmeza son los atributos más utilizados para juzgar la calidad del producto (Pezzutti y Capriste,

1997; Randle y Lancaster, 2002). El cambio de color también afecta la apariencia y además está asociado a otros fenómenos de deterioración, como el poco desarrollo de sabor y la pérdida de calidad nutricional (Ramírez, 2000).

2.2.5 Factores que Influyen en el Sabor

Los cultivares de ajo difieren en su pungencia por las diferentes concentraciones de precursores que acumulan. El genotipo controla la absorción y la asimilación del azufre para la conformación del sabor (Randle, 2000; Huchette, *et al.*, 2007). La regulación genética implica muchos pasos y transformaciones de este elemento mineral antes de formar el precursor característico (Reseman, *et al.*, 2001), y cada uno de esos eventos está controlado por una enzima llamada Alinasa, la cual es producto de la acción del genoma de la planta (Keusgen, *et al.*, 2002).

Las condiciones de cultivo pueden influir en la intensidad del sabor de un cultivar dado. Según (Randle, 2005), un cultivar con un potencial de pungencia moderado puede aumentar este patrón si crece en un ambiente que le permita una máxima producción de precursores del aroma, por el contrario, un cultivar pungente puede disminuir ese valor si el medio no lo favorece.

Las condiciones ambientales que más afectan esta variable son la temperatura, la disponibilidad de azufre y de agua (Reseman, *et al.*, 2001; Huchette, *et al.*, 2007). Se ha demostrado que altas temperaturas, poca

humedad y alta absorción de azufre contribuyen a una mayor pungencia en *Allium* (Randle y Lancaster, 2002; Kopsell y Lefsrud, 2009).

2.3 Usos del Ajo

2.3.1 En la Alimentación

En la actualidad este producto es valorado por su sabor y su uso en la preparación de una infinidad de platillos, mientras que la investigación continúa para descubrir y afinar su utilidad con fines medicinales (Boriss, 2006; Lucier and Biing-Hwan, 2000). Los usos del ajo tienen una gran variación, desde los relacionados con la preparación de alimentos, en donde su uso como condimento es insustituible, hasta los curativos relacionándolo desde tiempos ancestrales con un sinnúmero de enfermedades en las que se ha probado y comprobado su eficiencia desde el punto de vista empírico y científico, como antiséptico, como estimulante, en el tratamiento de la presión arterial y otras enfermedades cardiovasculares, ha sido usado como antibiótico, antioxidante, reductor del colesterol y triglicéridos (Reveles, *et al.*, 2009).

Durante la construcción de las pirámides egipcias los trabajadores consumían dietas basadas principalmente en cebolla y ajo del que se decía proporcionaba energía para resistir la dura faena (Peña-Iglesias, 1988; Ajo directo, 2006).

Después de la cebolla, de la familia botánica de las Alliaceae, el ajo es el segundo producto más importante por su uso en la alimentación. El

principal uso del ajo es como saborizante o condimento en la cocina para preparar diversos platillos alrededor del mundo, su principal consumo es en fresco al utilizar los dientes o bulbillos, además se usa deshidratado o procesado de diversas maneras (Zepp, *et al.*, 1996).

2.3.2 En la Salud Humana

Esta especie ha sido considerada valiosa por su capacidad curativa y entre sus aportaciones a la salud se encuentran su poder bactericida y anti coagulante, se le reconoce por su poder para reducir las concentraciones de colesterol (Reveles, *et al.*, 2009). Ayuda a combatir el estrés, aumenta las defensas del organismo, es útil en situaciones de convalecencia de enfermedades, ayuda a normalizar la tensión arterial y es una excelente fuente de vitamina *B1*. El ajo contiene también minerales y vitaminas necesarias para el adecuado funcionamiento del cuerpo humano (Thompson, *et al.*, 2006; Barak, *et al.*, 2007).

2.3.3 Protección de los Cultivos

Según la Agencia de Protección al Ambiente (EPA por sus siglas en ingles), los extractos y polvos a base de ajo se han usado primero como repelentes de pájaros y después como repelentes de insectos, aun cuando no es considerado un insecticida dado que es un alimento para los humanos (EPA, 1992).

Existe una gran variedad de insecticidas comerciales cuya efectividad está basada en los extractos de plantas que contienen diversos ingredientes

activos, dentro de las plantas comunes que se pueden usar como insecticidas se menciona al ajo por sus propiedades como repelente, insecticida, bactericida y nematocida (Castro, *et al.*, 1996).

El uso de extracto de ajo en combinación con otros extractos favorecieron el retraso en la aparición de *Phytophthora infestans* de Bary, en tomate producido orgánicamente, atribuyéndose su eficiencia en la inhibición de la formación de zoosporas y de colonias del hongo. (Diniz, *et al.*, 2006).

Prabu (2008) reporta el uso de extracto de ajo en combinación con ginger, chile y orina de ganado bovino como efectivos en el control de enrollador de la hoja, trips, chinche harinosa, barrenador de la corteza, fruto y tallo, gusano peludo y áfidos.

Según (Reuben, *et al.*, 2006) encontraron efecto del extracto de ajo sobre el control de palomilla dorso de diamante en el cultivo de col china al usarlo en combinación con extractos de chile.

2.4 Principales Componentes del Ajo

2.4.1 Compuestos Orgánicos

En el ajo, los compuestos orgánicos de reserva son principalmente carbohidratos que constituyen el 30% de la masa fresca del bulbo, correspondiendo la mayor proporción a polímeros de fructosa (Huchette, *et al.*, 2007).

El principal componente del ajo es agua, 56-68 % (de su peso), seguido por los carbohidratos (26-30%). Los componentes medicinales presentes en el ajo, son los compuestos organosulfuros (11-35 mg g⁻¹ ajo fresco). Otros componentes presentes son las vitaminas (ácido ascórbico 30 mg ·100 g peso fresco, vitamina E 9.4 g/g) y minerales (selenium 0.014 mg ·100 g) (Lawson, 1993).

2.4.2 Compuestos Organosulfurados

Una característica significativa de las especies de *Allium* es la presencia de compuestos organosulfurados, cuya composición y cantidad está fuertemente afectada por factores genéticos y ambientales (Randle, 1997; Kamenetsky, *et al.*, 2005). Las diferencias en la intensidad del sabor entre las especies de este género se debe a la presencia de varios precursores y a la proporción en la cual ellos son acumulados, entre los cuales destaca el allicin (Randle y Lancaster, 2002).

El ajo es rico en allin que alcanza concentraciones de 1,4% en bulbos frescos (Keusgen, 2002; Bloem, *et al.*, 2004). Además, el sabor está determinado por la descomposición enzimática del allin para formar allicin (Rybak, *et al.*, 2004).

2.4.3 Compuestos Fenólicos

Los fenoles son compuestos aromáticos que contienen grupos hidroxilo ligados directamente al anillo aromático y se clasifican en monohidroxílico, dihidroxílicos, trihidroxílicos, según el número de grupos hidroxilos

presentes (González, *et al.*, 1999). Generalmente son incoloros, pero su oxidación ocurre con gran rapidez y depende de la exposición a la luz y al aire, así como de la presencia o ausencia de impurezas metálicas (Muñoz, *et al.*, 2001).

La presencia de estos compuestos en los alimentos hace que las cantidades máximas permitidas estén reguladas por las leyes de cada país. La Comunidad Europea establece como concentración admisible de fenoles en frutas y hortalizas 0,1 mg kg⁻¹ de masa fresca del producto (Sara, *et al.*, 2005).

2.5 Principales Antioxidantes en Ajo

2.5.1 Flavonoides

Los flavonoides son compuestos que han sido propuestos con efectos beneficiosos para la salud, los cuales pueden ser mediados por su actividad antioxidante en los alimentos (Slimenstad, *et al.*, 2008). Una de las mayores fuentes de flavonoides en la dieta de la sociedad europea está en el género *Allium* (Diez, *et al.*, 2010). El ajo contiene altas concentraciones de flavonoides, especialmente el flavonolquercetin asociado a diferentes moléculas de azúcar (Miean y Mohamed, 2001). Se ha demostrado que la absorción del glucósido quercetin en *Allium* es mejor antioxidante que la aglycona libre (Hollman y Katan, 1999).

Horbowicz y Kotlinska (2004) determinaron niveles entre 147 y 828 mg. kg de masa fresca de quercetin y trazas de 173 mg kg⁻¹ de masa fresca de kaempferol en bulbos de *Allium*.

De igual manera, Kim *et al.*, (2004) evaluaron el contenido total de flavonoides y su capacidad antioxidante en repollo, estos autores determinaron valores de 2,61 mg de quercetin y 7,03 mg de kaempferol 100 g de masa fresca, mientras que apigenin, luteolin y myrcetin no fueron detectados.

2.5.2 Alicina

Es el compuesto más activo en el ajo, y representa cerca del 70% de todos los tiosulfatos presentes o formados en el ajo machacado (Lawson, 1993; Miron, *et al.*, 2002).

La alicina es un componente oxidante producido por el ajo crudo cuando sus células se rompen por la acción de un corte o triturado, permitiéndola interacción de la enzima aliinasa la cual cataliza la conversión de aliína en alicina, en contacto con el aire y pH superior a 3 (Lawson y Hughes, 1992).

Para el caso del ajo deshidratado, a pesar de que la aliína y la enzima aliinasa sufren el proceso de secado aún se conserva el potencial deformación de alicina cuando entran en contacto con el agua (Bhagyalakshmi, *et al.*, 2005).

Entre las propiedades nutracéuticas atribuidas a este compuesto, destacan su acción antitrombótica, hipotensora, antimicrobiana, antifúngica, anticarcinogénica, antitumorogénica e inmunomoduladora (López, 2007).

Dado que la alicina es un compuesto altamente inestable y de reacción oxidante, es fácilmente transformada en otros compuestos azufrados tales como sulfuro, disulfuro y trisulfuro dialílico (Block, *et al.*, 1992).

La vida promedio de la alicina a temperatura ambiente, en 1 mM de ácido cítrico con un pH 3 es de 10 días, 4 días en agua, 30 horas en diclorometano, 48 horas en metanol o cloroformo, 24 horas en etanol o acetonitrilo, 3 horas en éter, 2 horas en hexano, y 16 horas en la ausencia de solventes (Lawson, 1993).

El allicin es un compuesto sulfuroso natural que representa alrededor del 70% de los thiosulfatos producidos cuando allin, isoallin y methin interactúan con la enzima allinasa, luego de que los bulbos maduros son estrujados o dañados (Arnault, *et al.*, 2003; Shadkchan, *et al.*, 2004). El ajo fresco contiene entre 1,15 y 1,4 % de allicin (Bloem, *et al.*, 2004).

2.5.3 Ajo Como Antioxidante

En estudios in vitro, ha sido demostrada la capacidad del ajo para proteger las células endoteliales de los vasos sanguíneos del daño producido por la oxidación por peróxido de hidrógeno (Yamasaki, *et al.*, 1994).

Identificaron 5 compuestos azufrados en el extracto de ajo con potente actividad antioxidante (Horie, *et al.*, 1992). Estudios posteriores demostraron que los componentes del ajo actúan como “barredores” capaces de deshacerse de los radicales libres (Imai, *et al.*, 1994).

Phelps y Harris en (1993) también demostraron este efecto barredor de radicales de oxígeno y antioxidante, en un estudio doble ciego de 2 semanas en el que administraba diariamente 600 mg de ajo a los pacientes. También dos estudios de Ide y Lau en (1995) concluyeron que el ajo prevenía los daños producidos por la lipoproteína de baja densidad oxidada, como el daño en las membranas y la pérdida de viabilidad celular en células del endotelio vascular.

2.5.4 Efecto Sobre los Radicales Libres

Nuestro cuerpo está dotado de un eficiente sistema antioxidante que elimina el exceso de radicales libres o los convierte en sustancias inofensivas como oxígeno o agua que son reciclados por el organismo. Vitaminas como el β -caroteno, vitamina C y vitamina E son excelentes *scavengers* (barredores) de radicales libres, inactivándolos o eliminándolos (Ganado, 2001).

Para evitar el daño producido por estos radicales libres, habría que o bien reducir el estrés generador de los mismos, o bien aumentar la cantidad de sustancias antioxidantes del organismo (Ganado, 2001).

Hay al menos cuatro tipos de antioxidantes:

- Enzimas: superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa y metionina reductasa. Estas enzimas convierten los radicales libres de oxígeno en productos inocuos.
- Vitaminas: A, C y E. Sirven de barredores de radicales libres.
- Minerales: Selenio, Zinc. Se necesitan como coenzimas para aumentar la actividad de enzimas antioxidantes.
- Fotoquímicos: Antioxidantes procedentes de plantas.

Actúan aumentando y maximizando nuestros mecanismos antioxidantes (Lau, 1995).

2.5.5 Importancia de la Vitamina C

La vitamina C es un inhibidor de la oxidación de lípidos, regenera la Vitamina E y ofrece protección a todo tipo de cánceres; es un ingrediente indispensable en los procesos metabólicos del cuerpo humano y entre otros beneficios protege las células del cerebro y la medula espinal, ayuda al desarrollo de dientes y encías, huesos, a la absorción del hierro, al crecimiento, reparación del tejido conectivo normal, la producción de colágeno, metabolización de grasas y a la cicatrización de heridas. (Jonson, *et al.*, 2001).

Se ha demostrado que el ácido ascórbico es un aceptor de radicales muy efectivo frente al superóxido, peróxido de hidrógeno, hipoclorito, radical

hidroxilo, radical peroxilo y oxígeno singuelete (Yanishlieva y Maslarova, 2001).

La vitamina C está presente en las frutas, verduras y patatas en forma de ácido L-ascórbico y ácido dehidroascórbico. Es capaz de atrapar y reducir nitritos, inhibiendo por tanto la formación en el estómago de compuestos carcinogénico N-nitroso (Jonson, *et al.*, 2001).

2.6 Generalidades de la Plata

La plata (Ag⁺) es un elemento raro, pero de origen natural. Se encuentra a menudo en forma mineral asociada con otros elementos. Se adquiere principalmente como un subproducto durante la recuperación de cobre, plomo, zinc, y minerales de oro (Grayson, 1978).

La plata se encuentra a niveles menores de 0.000001 (mg·m³) de aire, 0.2-2.0 partes de plata por mil millones de partes de agua, en aguas superficiales tales como lagos y ríos así como a niveles de 0.20-0.30 partes de plata por millón de partes de suelo (mg L⁻¹) en sitios donde se encuentra sus fuentes naturales. Las sales solubles especialmente de nitrato de plata (AgNO₃), son tales en concentraciones de hasta 2g.

2.6.1 Actividad Antimicrobiana

La plata ha sido utilizada por sus propiedades antimicrobianas por cientos de años. Originalmente, se usaban conductos construidos con este metal para preservar el agua y su aplicación como propuesta médica está

documentada desde 750 D.C. El primer artículo científico que describe el uso de la plata como antibacteriano fue atribuido a la prevención de infecciones oculares en los neonatos en 1881 y como antiséptico en 1901. La eficacia del nitrato de plata contra *Pseudomona saeruginosa* se vio como un importante beneficio debido a que estos microorganismos eran considerados una causa primaria de muerte en pacientes con heridas por quemaduras extensas (Hoyme, 1993).

Los iones de plata han sido ampliamente conocidos por tener efectos inhibitorios, bactericidas y propiedades antimicrobianas de amplio espectro. Algunas sales de plata han demostrado ser efectivas contra quemaduras, osteomielitis crónica severa, infecciones del tracto urinario e infecciones por catéteres venoso centrales (Feng, *et al.*, 2000).

Los iones de plata liberados por dichos fármacos interactúan con estructuras dentro (enzimas y ADN) y sobre la membrana del patógeno, inhibiendo su actividad (Carr, *et al.*, 1973).

2.6.2 Nanopartículas de Plata

En diversos estudios se han observado las propiedades antimicrobianas de las nanopartículas de plata tanto en virus como en bacterias. Se ha determinado que las nanopartículas de plata tienen efecto en bacterias Gram negativas como *Escherichia coli*, *Vibrio cholera*, y *Pseudomona saeruginosa* (Morones, *et al.*, 2005; Sondi and Salopek-Sondi, 2004; Yoon, *et al.*, 2008).

A pesar de todos los hallazgos no se ha podido establecer hasta el momento el mecanismo de acción por el cual estos nanomateriales llevan a cabo su efecto antibacteriano. Sin embargo los resultados obtenidos gracias al empleo de la proteómica por Lok et al., los cuales mostraron un claro efecto de las nanopartículas de plata sobre la expresión proteínas de la membrana interna de E. coli sugiriendo que un posible sitio de acción de estos compuestos es la membrana celular (Lok, *et al.*, 2006).

Las nanopartículas derivadas de este metal presentan nuevas funciones y propiedades, tal como modificaciones en su luminiscencia, su conductividad o su actividad catalítica. Sus novedosas aplicaciones incluyen gasas antimicrobianas para las quemaduras (Tredget, *et al.*, 1998).

2.6.3 Propiedades de la Plata

El ion plata tiene la propiedad bactericida, así como también es inhibidor de la acción del etileno (Uda, *et al.*, 1995), además de que reduce el doblamiento de cuello en rosas después del corte (Ohkawa, *et al.*, 1999).

(Gardea, *et al.*, 2003) reportaron la formación de nanopartículas de plata por primera vez el uso de plantas como herramientas de biotransformación. Estos autores mostraron que el catión plata (Ag^+) se reduce en medio sólido, absorbido por las raíces y transportada a brotes como nanopartículas.

Sin embargo, también se está cuestionando el empleo del ion Ag^+ , por su toxicidad para el consumidor y porque la eliminación de las soluciones utilizadas presenta un grave problema al ser altamente contaminante y muy agresivo con el medio ambiente debido a la permanencia del catión plata en el suelo y en las aguas subterráneas por períodos prolongados pudiendo pasar a los sistemas de agua potable llegando finalmente a ser absorbidos por los seres humanos (Nell, 1992).

Cuando los iones de plata que tiene una propiedad bactericida, así como el efecto inhibitor sobre la acción del etileno, está presente en una solución conservante, la longevidad de las flores cortadas se ha ampliado notablemente por la reducción de la quemadura de la punta y extinción del pétalo en corte del clavel (Reid, *et al.*, 1980; Uda, *et al.*, 1995).

El uso de pequeñas cantidades de elementos traza como el selenio, la plata, etc. que al ser absorbidos por la planta, desencadenan una respuesta oxidativa que, a su vez, se traduce en un incremento en la cantidad total de antioxidantes en las plantas (Cabrera De la Fuente, *et al.*, 2006; Rosales-Velázquez *et al.*, 2006).

2.7 Nitrato de Plata

Es un antiséptico que contienen metales pesados (compuesto de plata) conocida comúnmente como nitrato argéntico, su fórmula química es $AgNO_3$. Es un sólido inodoro, blanco o transparente que se vuelve gris en contacto con la luz y la materia orgánica.

2.7.1 Aplicación del Nitrato de Plata en los Cultivos

Mayores Concentraciones de AgNO_3 inhiben la producción de etileno y promueven la regeneración y el retraso en el crecimiento asociado con peciolos cortos y hojas más pequeñas se observaron en plantas de fresa cultivadas durante 21 días en el medio de enraizamiento con AgNO_3 en comparación con el testigo no se observó ningún efecto significativo en la altura de brotes en plantas de fresa a $\leq 1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. A esta concentración produce un efecto de estimulación sobre el peso fresco de la parte aérea la cual se registró la más alta en clorofila ($4.58 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ peso fresco), y el contenido de proteínas solubles ($521.80 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ peso fresco). Por otro lado niveles más bajos de AgNO_3 mejoran notablemente la materia seca y fresca de la parte subterránea de las plantas de fresa una vez que se someten los explantes en medios de $\leq 1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 (Qin, *et al.*, 2005).

Franken, (1978); Strelnikova, *et al.*, (1984), así como otros autores, han encontrado que cuando las plantas son tratadas con 200 a 500 ppm de nitrato de plata (AgNO_3) fue más eficiente en la inducción del desarrollo de las flores masculinas en las líneas de pepino gynoecious produciendo diferente número de botones.

Gupta, *et al.*, (1998) mencionan que la fitotoxicidad producida por la elevada concentración de metales pesados afecta al crecimiento y desarrollo vegetal, debida a tanta toxicidad del elemento.

(Miranda, 1991). Trabajó con la abscisión de pétalos o caída de flores de *pelargonium hortorum* (mainly cv. Sprinter Scarlet) esta se redujo con la aspersión de inhibidores de etileno como el Aminoetoxivinylglicine (AVG) a 100 y 200 ppm; nitrato de plata a 50 y 100 ppm y tiosulfato de plata a 25 y 50 ppm, en nitrato de plata y una mezcla de gibelinas 4 y 7 (promalina) a 20 ppm. La producción de etileno para la abscisión de flores se redujo con la aplicación de AVG pero este no tuvo efecto con la aplicación del nitrato de plata. La aplicación de etileno exógeno aceleró la abscisión de pétalos en concentraciones tan bajas como 0.1 ppm incluyendo los tratados con AVG y nitrato de plata.

El nitrato de plata incrementa la vida en florero de las rosas a 6.3 días con la actual 120 mg·L⁻¹ de AgNO₃ en la solución conservante se incrementó la vida de flores en el jarrón en comparación con las plantas testigo a 27 días, además de que incrementan el contenido de peso fresco, con la aplicación de AgNO₃, el ion Ag⁺, se acumula en una mayor proporción en la base del tallo, en tanto que la plata proveniente del tiosulfato de plata se encontró presente en casi todos los órganos de la planta. Las proporciones encontradas fueron 0.39 µg en flores, 2.7 µg en hojas y 0.6 µg en 16 segmentos de tallos sumergidas en 4 horas en soluciones de tiosulfato de plata (Son, *et al.*, 2003).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del Experimento

Para la realización del trabajo se establecieron dos parcelas experimentales en distintos ambientes.

Ambiente 1: Se estableció en el estado de Guanajuato en el municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, cuyas coordenadas son: 20°36'6.06" Latitud N y 101° 1'29.40" Longitud O. La altitud de este lugar es de 1734 msnm. La temperatura varía, de 16° a 18 °C en lo templado subhúmedo, y de 18° a 20° C en lo semicálido, que es la temperatura que predomina; la temperatura mínima es en enero con 5.9° C, la media en diciembre, con 15.2° C. y la máxima en mayo, con 31.9° C, la temperatura media anual es de 18.8° C (<http://www.juventinorosas.gob.mx/>).

Ambiente 2: Se estableció en Saltillo, Coahuila. En la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área de prácticas del Departamento de Horticultura, cuyas coordenadas son: 25°21'23.55" Latitud N y 101° 2'5.16" Longitud O. La altitud del lugar es de 1763 msnm. Con una temperatura media anual de 20.7 °C, la temperatura máxima media anual es de 29 °C y la temperatura mínima media anual es de 10.5 °C (www.tutiempo.net/clima/Saltillo).

3.2 Material Vegetal

Las semillas utilizadas en el experimento, son semillas de ajo morado de la variedad Tacátzcuaro.

Es una variedad de porte alto cuya altura aproximada es de 95 cm, con hojas color verde alimonado. Los bulbos son de tamaño grande (± 7.5 cm de diámetro) correspondiente a la categoría de exportación; produce de 1-20 dientes por bulbo con una media de 12.5; su ciclo vegetativo es de 190 días de la siembra a la cosecha y su rendimiento es de 25 t ha^{-1} (Heredia, 2005).

3.3 Siembra

La siembra se realizó el 8 de Octubre de 2012 en ambos experimentos, se hicieron camas de 1m de ancho y se sembró a dos hileras, teniendo una densidad de población de 28 plantas/ m^2 . Las semillas fueron colocadas a una profundidad de 4- 5 cm para tener buena germinación.

3.4 Manejo del Cultivo

3.4.1 Riegos

- Ambiente 1

Para el ambiente 1 el riego fue rodado, el cual se realizaba cada dos semanas según las condiciones del clima, donde el agua que se aportaba era de aproximadamente $2200 \text{ m}^3\text{ha}$. Con esta cantidad de agua es suficiente para tener la humedad favorable en las plantas.

- Ambiente 2

En este ambiente se regaba a través de un riego por goteo, en donde se tenía cintilla con emisores cada 20 cm. Los riegos por lo general eran 2 veces por semana con una duración de 2.5- 3 horas según estuviera la humedad en el suelo.

3.4.2 Fertilización

3.4.2.1 Macroelementos

La nutrición del cultivo fue basada en una fórmula establecida (Cuadro 1), la cual se completó en 4 aplicaciones: fertilización base, crecimiento vegetativo, formación del bulbo y maduración del bulbo.

Cuadro 1. Aplicación de Nutrientes (Kg/ ha) por Etapas

	N	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg	S
Fertilización Base	50	100	100	-	40	50
Crecimiento Vegetativo	100	-	90	-	-	10
Formación de bulbo	80	-	80	60	-	-
Maduración de bulbo	20	-	-	60	-	-
Total	250	100	270	120	40	60

Fertilizantes aplicados:

- Sulfato de amonio 21-00-00+24S
- DAP 18-46-00
- Sulfato de potasio 00-00-52+18S
- Fosfonitrato 33-03-00
- Nitrato de potasio 14-00-45
- Nitrato de calcio 15-00-00+26Ca
- Sulfato de magnesio 00-00-00+22S+16Mg

3.4.2.2 Microelementos

Para el caso de los microelementos se aplicó Aton AZ foliarmente a una dosis de 50 ml en 20 L de agua, esto se aplicó con intervalos de 2 semanas durante todo el ciclo.

- Composición del Aton AZ:

Aminoácidos libres 5.5% p/p (6.6% p/v)

Calcio (Ca) 1.15% p/p (1.38% p/v)

Zinc (Zn) 1.08% p/p (1.29% p/v)

Hierro (Fe-EDTA) 0.90% p/p (1.08% p/v)

Manganeso (Mn) 0.60% p/p (0.72% p/v)

Boro (B) 0.09% p/p (0.10% p/v)

Molibdeno (Mo) 0.076% p/p (0.09% p/v)

3.4.3 Control de Malezas

El control de malezas se hizo de forma manual con azadones, el primer mes fue en octubre hubo mayor incidencia de malezas por lo que esta labor se realizaba cada dos semanas para tener buen control y evitar competencia con el cultivo, a partir del segundo mes se realizaba cada tres o cuatro semanas. Con esta actividad también ayudamos a dar mayor oxigenación a las raíces.

3.4.4 Control de Plagas

La principal plaga que insidió en el cultivo fue el trips (*Thrips tabaci* Lindeman) en los primeros meses del cultivo, y se estuvo controlando con el insecticida Movento 150 OD a una dosis de 0.5 L ha⁻¹. Con el uso de este producto se tuvo un eficiente control de la plaga.

3.4.5 Control de Enfermedades

La enfermedad que se presentó en el cultivo fue la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*) en la etapa de bulbificación donde estuvieron las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo. El fungicida utilizado para controlar el hongo fue Folicur 250 EW a una dosis de 1 L ha⁻¹, en intervalos de 7 días.

3.5 Aplicación del Nitrato de Plata

Primero se pesaron las dosis de nitrato de plata según el tratamiento en una balanza analítica marca OHAUS, y se guardaron en sobres oscuros

para evitar la oxidación del nitrato de plata. Al momento de la aplicación se tomaba el sobre correspondiente al tratamiento y se diluía en 1 L de agua, después se aplicaba foliarmente hasta que las plantas quedaran cubiertas de la solución preparada.

3.6 Tratamientos Evaluados

En el experimento se evaluaron 6 tratamientos a distintas concentraciones de Nitrato de Plata (Cuadro 2), para ambos ambientes se aplicaron los mismos tratamientos.

Cuadro 2. Descripción de Tratamientos

Tratamiento	Concentración de AgNO ₃ (mg L ⁻¹)
1	0
2	30
3	60
4	90
5	120
6	150

3.7 Diseño experimental

El diseño utilizado en el experimento fue bloques al azar, con 6 tratamientos y cada uno con 20 repeticiones.

3.8 Variables de estudio

3.8.1 Peso de bulbos

Para determinar esta variable se tomaron los bulbos de cada tratamiento y se pesaron en una balanza analítica electrónica de la marca OHAUS, cada bulbo se colocó en el platillo de la balanza y se tomó el dato correspondiente.

3.8.2 Diámetro Polar del Bulbo

Para obtener esta variable se utilizó un vernier manual, después se midió de la base del tallo a la base donde comienza el seudotallo en cada bulbo de los tratamientos.

3.8.3 Diámetro Ecuatorial del Bulbo

Para esta variable se ocupó un vernier manual, donde se midió el diámetro de los bulbos de forma ecuatorial para cada tratamiento.

3.8.4 Numero de Bulbillos

En esta variable se requiere tener los bulbos maduros, donde están todos los dientes bien formados, después se separaron todos los dientes de los bulbos y se contaron en cada tratamiento

3.8.5 °Brix

Para calcular esta variable se ocupó un refractómetro de la marca Atago, primero se extrajo el jugo de los dientes, posteriormente se colocó una

gota grande del jugo para que cubriera el sensor del aparato y se tomó la lectura correspondiente.

3.8.6 Potencial Redox

El potencial Redox se midió con ayuda de un potenciómetro marca Hanna, para esto se utilizó bulbos de cada tratamiento, cada bulbo se colocó dentro de una bolsa de plástico, posteriormente se trituro en un mortero pero sin sacarlo de la bolsita para evitar su contaminación, finalmente se introdujo el sensor del potenciómetro al ajo triturado y se tomó la lectura de cada tratamiento.

3.8.7 Vitamina C

- Cuantificación

Esta se determino mediante cromatografía de líquidos, usando las siguientes condiciones cromatográficas

Cuadro 3. Cuantificación de vitamina C

Fase movil	NaH ₂ PO ₄ 50 mM pH 2.8
Longitud de onda	230 nm
Flujo	1.0 ml / min
Fase estacionaria	Aquasil C-18
Temperatura	60 °C
Tiempo de corrida	22 min

- Extracción

La extracción se realizó pesando cerca de 200 mg de tejido congelado y macerado. Posteriormente se le agregaron 1.5 ml de la mezcla agua: acetona 1:1. Se sometió a Vortex por 30 segundos, se centrifugará a 12000 rpm a 4 °C y finalmente se extraerá el sobrenadante. Este se filtrará con filtro de pirinola de 0.4 μ y será inyectado en cromatógrafo de líquidos Thermo Spectra System P400, el cual cuenta con bomba cuaternaria, detector de UV, de inyección manual.

3.9 Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó usando el programa SAS versión 9.0 (Statistical Analysis System) bajo el modelo de bloques al azar, posteriormente se realizó la comparación de medias, empleando la prueba de promedios de Tukey al 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso de Bulbos

Los resultados del peso de los bulbos para el ambiente 1 (Gto) muestra estadísticamente que no hay diferencia entre los tratamientos. Mientras que en el ambiente 2 (Saltillo) se observa que hay diferencia significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento 1 (0 mg L^{-1} de AgNO_3) presentó el mayor peso del bulbo con 97.71 g. Comparando los dos ambientes se observa claramente que el ambiente 1 (Gto) obtuvo el mayor peso de los bulbos. Lo anteriormente mencionado concuerda con Gupta, *et al.* (1998) quienes mencionan que la fitotoxicidad producida por la elevada concentración de metales pesados afecta al crecimiento y desarrollo vegetal, debida a tanta toxicidad del elemento.

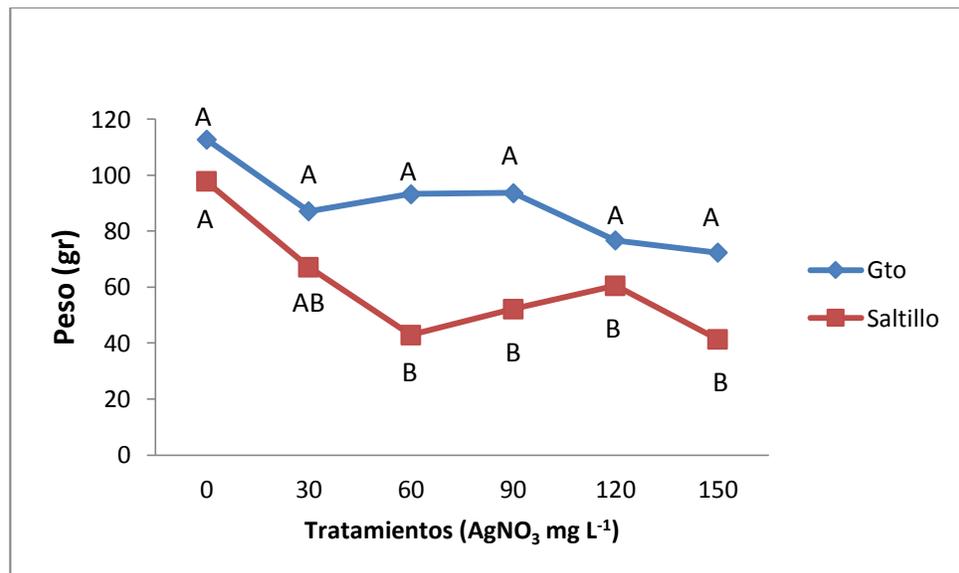


Figura 1. Peso de los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO_3 .

4.2 Diámetro Polar del Bulbo

La variable diámetro polar del bulbo en el ambiente 1 (Gto) la aplicación foliar del AgNO_3 no hubo diferencia significativa. En el ambiente 2 (Saltillo) no hay diferencia significativa en los tratamientos. Si comparamos los ambientes podemos decir que el ambiente 2 (Saltillo) presentó mayor diámetro polar en los bulbos. Los metales pesados, en el interior de los tejidos vegetales pueden producir moléculas muy reactivas, denominadas especies reactivas de oxígeno que atacan a lípidos, proteínas y ADN, provocando así estrés oxidativo (Briat, 2002). Las condiciones ambientales que más afectan esta variable son la temperatura, la disponibilidad de azufre y de agua (Reseman, *et al.*, 2001; Huchette, *et al.*, 2007).

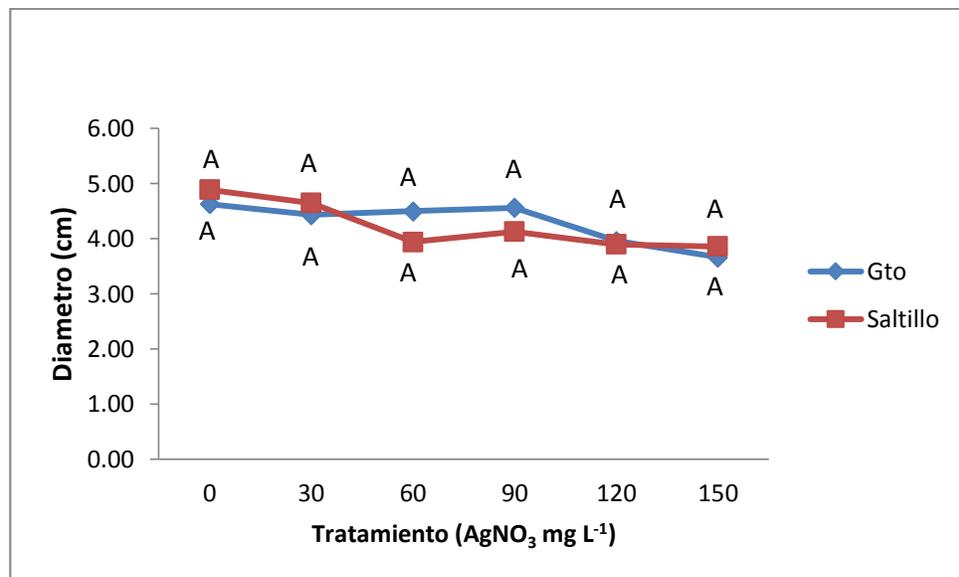


Figura 2. Diámetro polar de los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO_3 .

4.3 Diámetro Ecuatorial del Bulbo

Los resultados obtenidos para diámetro ecuatorial en el ambiente 1 (Gto) no tubo diferencia significativa, mientras que en el ambiente 2 (Saltillo) si hubo diferencia significativa en los tratamientos donde el tratamiento 1 (0 mg L⁻¹ de AgNO₃) presentó el valor más alto en esta variable con 5.86 cm. Comparando los dos ambientes el ambiente 1 (Gto) presentó mayor diámetro ecuatorial en los bulbos. Según Macías (2010) en su experimento de la evaluación de distintas variedades de ajo, reporto que la variedad de ajo Tacaztcuaro obtuvo un diámetro promedio de 5.1. El estrés causado por metales pesados pueden ocasionar una reducción en las tasas de crecimiento y productividad como consecuencia de las alteraciones del metabolismo celular (Miranda, 2000).

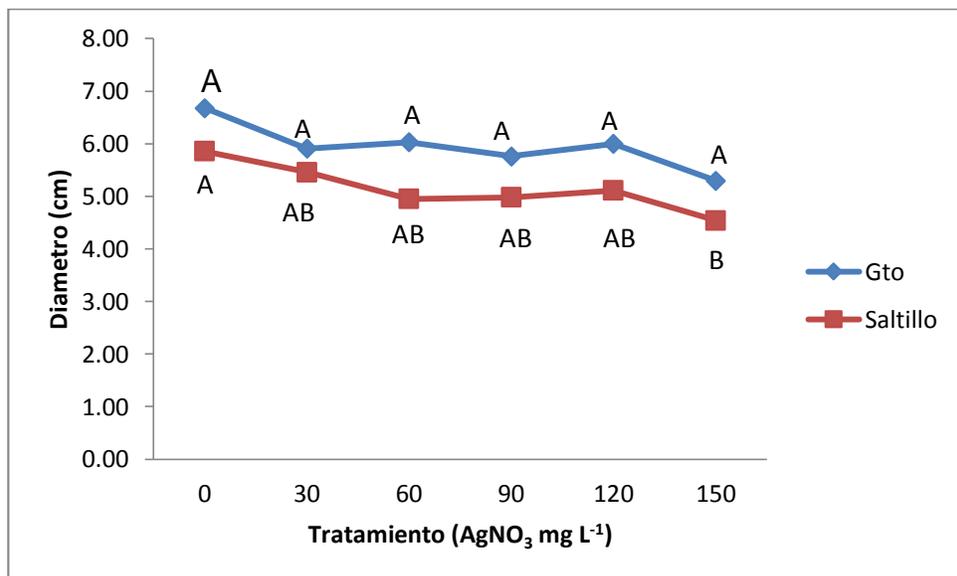


Figura 3. Diámetro ecuatorial de los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO₃.

4.4 Numero de Bulbillos

En la variable número de bulbillos (dientes) se muestra que en el ambiente 1 (Gto) no hubo diferencia significativa en los tratamientos, para el caso del ambiente dos (Saltillo) no hubo diferencia entre los tratamientos. En comparación de los dos ambientes se observa claramente que el ambiente 1 (Gto) obtuvo mayor cantidad de bulbillos que el ambiente 2 (Saltillo). Los datos obtenidos concuerda con Reveles, *et al.* (2009) el número de dientes puede variar desde 6 hasta 20 en la mayoría de los casos, aunque se llegan a encontrar bulbos con 40 o más.

Rodríguez, *et al.* (1998) destaca el hecho que el número de bulbillos, si bien constituye una característica genotípica, puede ser modificado por condiciones ambientales y del manejo dado.

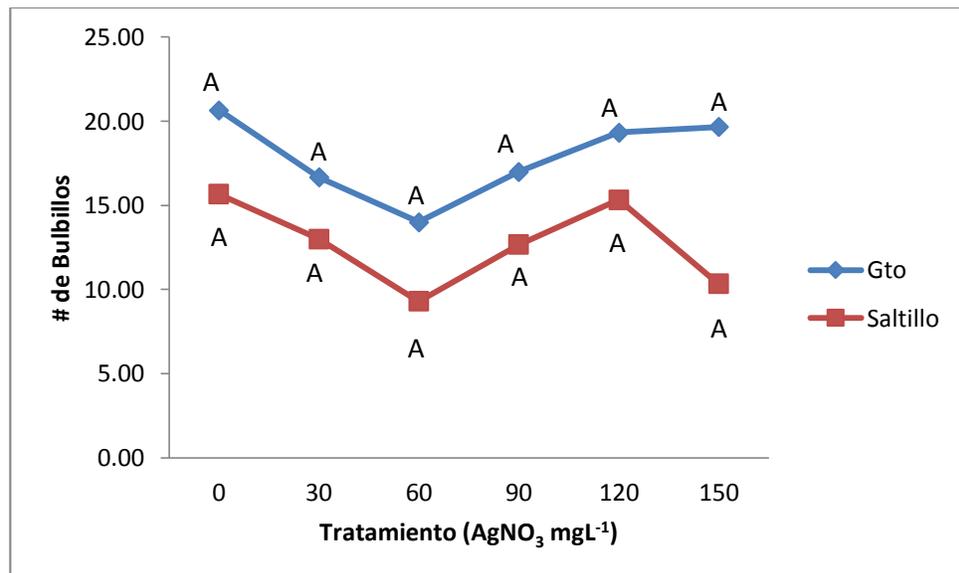


Figura 4. Numero de bulbillos (dientes) en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO_3 .

4.5 °Brix

En la variable de °Brix muestra que en el ambiente 1 (Gto) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, para el ambiente 2 estadísticamente no hay diferencia significativa entre los tratamientos. Si se comparan los ambientes se observa que el ambiente 1 (Gto) alcanzó el mayor contenido de los °Brix con un 35.5 % más que el ambiente 2 (Saltillo). Los resultados encontrados en el ambiente 1 concuerda con el experimento de Mujica, *et al.* (2006) determinaron que los bulbos cosechados a los 120 días tenían los más altos valores con un promedio de 31.15 °Brix. El genotipo controla la absorción y la asimilación del azufre para la conformación del sabor (Randle, 2000; Huchette, *et al.*, 2007).

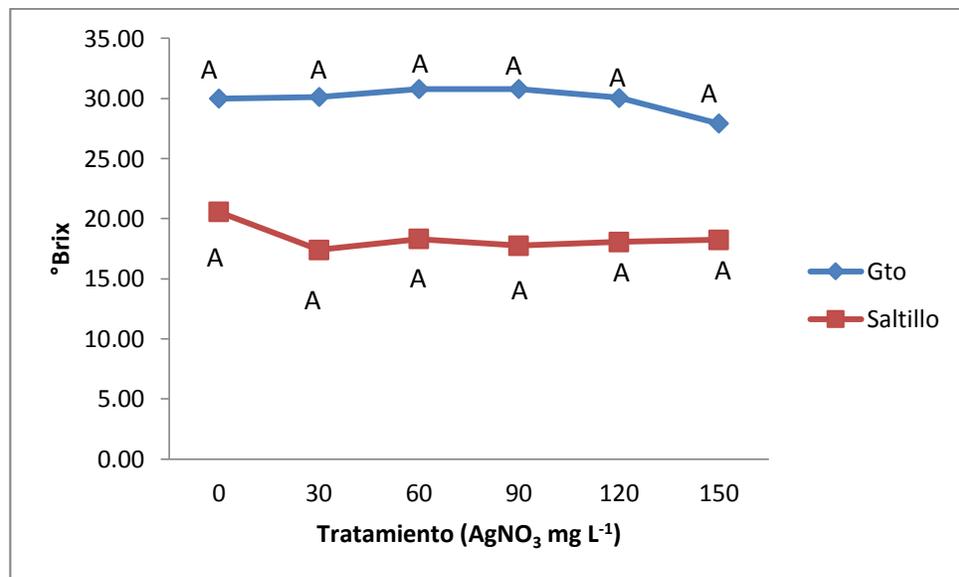


Figura 5. Contenido de °Brix en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO_3 .

4.6 Potencial Redox

Para la variable de potencial redox en el ambiente 1 (Gto) muestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento 3 (60 mg L⁻¹ de AgNO₃) presento mayor potencial antioxidante de -90. Para el ambiente 2 (Saltillo) no hubo diferencia significativa en los tratamientos. Si los comparamos los ambientes, el ambiente 1 (Gto.) presentó mayor potencial antioxidante

El uso de pequeñas cantidades de elementos traza como el selenio, la plata, etc. que al ser absorbidos por la planta, desencadenan una respuesta oxidativa que, a su vez, se traduce en un incremento en la cantidad total de antioxidantes en las plantas (Cabrera de la Fuente, *et al.*, 2006; Rosales-Velázquez, *et al.*, 2006).

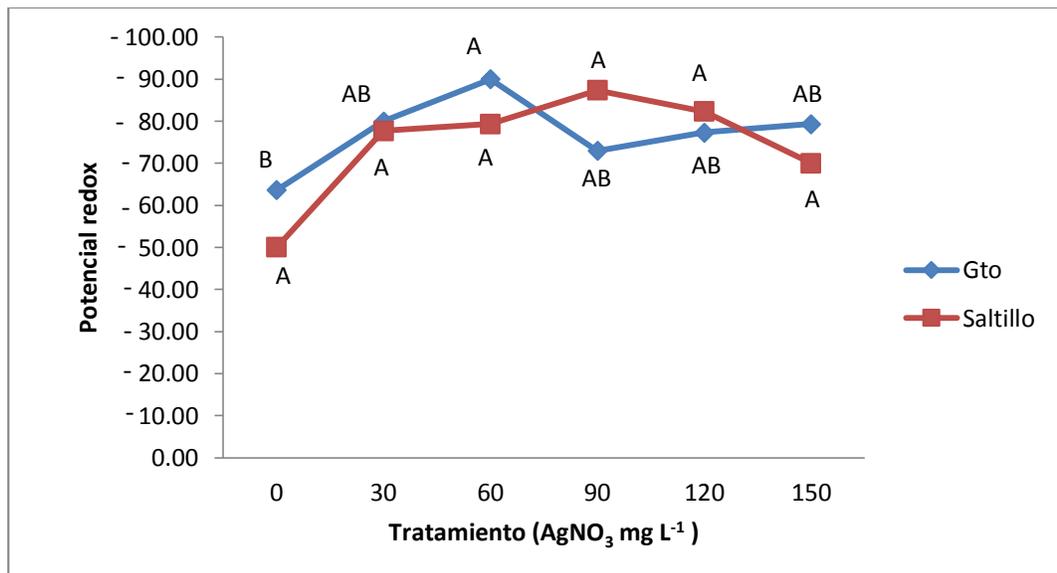


Figura 6. Potencial redox en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO₃.

4.7 Vitamina C

Los resultados para la variable vitamina C en el ambiente 1 (Gto) mostr6 que no hay diferencia significativa en los tratamientos, en el ambiente 2 (Saltillo) estadisticamente muestra que no hubo diferencia entre los tratamientos. Comparando los dos ambientes se muestra que el ambiente 2 (Saltillo) obtuvo mayor contenido de la vitamina C que el ambiente 1 (Gto). Estudios realizados Nutritiondata (2009) reportan que el contenido de vitamina C en el cultivo de ajo es de 30.88 mg/ 100g de ajo fresco, mientras que el reporte de CONAJO (2009) reporta que tiene de 9 18 mg/100 de ajo fresco. La activaci6n del metabolismo de los antioxidantes celulares, y la acumulaci6n de los mismos forma parte de las respuestas inducidas por los metales pesados (Dietz, *et al.*, 1999).

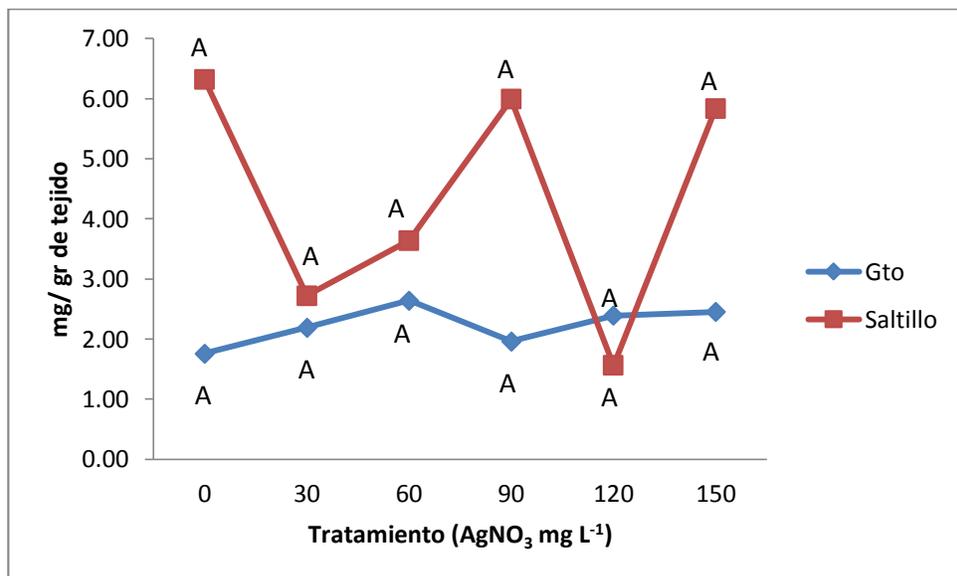


Figura 7. Contenido de Vitamina C en los bulbos de ajo con aplicaciones foliares de Nitrato de Plata AgNO_3 .

V. CONCLUSIONES

La aplicación foliar de nitrato de plata tiene efecto en el potencial redox para el ambiente 1(Gto) donde el tratamiento 3 (60 mg L^{-1} de AgNO_3) presentó mayor potencial antioxidante, mientras que en ambiente 2 (Saltillo) no afectó.

Para el ambiente 2 (Saltillo) tuvo diferencia significativa en la variable peso de bulbos donde el tratamiento 1 (0 mg L^{-1} de AgNO_3) tuvo mayor peso, el nitrato de plata redujo el peso de los bulbos, mientras que en el ambiente 1 (Gto) no hubo efecto en los tratamientos.

El nitrato de plata aplicado foliarmente no afectó en el diámetro ecuatorial, número de bulbillos, °Brix, pero el ambiente 1 (Gto) obtuvo los más altos valores para estas variables.

Los resultados obtenidos en el diámetro polar y vitamina C no tuvo efecto el AgNO_3 , pero el ambiente 2 (Saltillo) supero al ambiente 1 (Gto) en estas variables.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Ajo directo. 2006. Ajos. In <http://www.ajodirecto.com> consultado en línea el 17 de marzo de 2006.

Arnault, I., J. P. Christides, N. Mandon, T. Haffner, y R. Kahane. 2003. High performance ion-pair chromatography method for simultaneous analysis of alliin, deoxyalliin, allicin and dipeptide precursors in garlic products using multiple mass spectrometry and UV detection. *J. Chromatogr.* 991 (1): 69-75.

Barak, M., Ettehad, G. H., Arab, R., Derakhshani, F., Habibzadeh, S. H., Mahommadnia, H., Dailami, P., Daryani, A., and Zarei, M. 2007. Evaluation of garlic extracts (*Allium sativum*) effect on common pathogenic gram-positive and gram-negative bacteria isolated from children with septicemia hospitalized at Imam Khomeini Hospital. *Research Journal of Biological Sciences* 2:236-238.

Benkeblia, N., K. Ueno, S. Onodera y N. Shiomi. 2005. Variation of fructooligosaccharides and their metabolizing enzymes in onion bulb (*Allium cepa* L. cv. Tenshin) during long-term storage. *Journal of Food Science* 70 (3):208-214.

Bhagyalakshmi N., Thimmaraju R., Venkatachalam L., Chidambara N. K. y Sreedhar R. V. 2005. Nutraceutical applications of garlic and the intervention of biotechnology. *critical reviews in food science and nutrition*, volume 45, pp. 607-621.

- Block E., Naganathan S., Putman D., Zhao S.** 1992. Angew allium chemistry: HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic (Ramsoms), leek, scallion, shallot, elephant (Great-Headed) garlic, chive, and chinese chive. Uniquely High Allyl to Methyl Ratios in Some Garlic Samples. Chemie International Edition England, volume31, pp. 1135-1178.
- Bloem, E., S. Haneklaus y E. Schnug.** 2004. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on the alliin content of onion and garlic. J. of Plant Nutr. 27: 1827-1839.
- Boriss, H.** 2006. Commodity profile: garlic. Agricultural Issues Center Pittsboro, NC, USA. 10p.
- Brewster, J.** 2001. Las cebollas y otros Alliums. Ed Acribia. España. P 199-200.
- Briat, J.F.** 2002. Metal ion-activated oxidative stress and its control. In: Inzé, D., Montagu, M. (Eds.), Oxidative stress in plants, pp. 171-189, Taylor and Francis, London, UK.
- Cabrera-De la Fuente., M., A. Benavides-Mendoza, L.O. Fuentes-Lara, H. Ortega-Ortiz, H. Ramírez, J.L. Rosales-Velázquez.** 2006. Acumulación de plata por semillas de sandía expuestas a diferentes concentraciones de nitrato de plata. Memoria del Simposio Internacional Alternativas para la Rehabilitación de Suelos Contaminados con Metales Pesados y Metaloides. Colegio de Posgraduados y Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. ISBN 970-92068-2-2.

- Cardona, L. y P. González.** 2006. Obtención y caracterización de la olores ajo (*Allium Sativum* L.). Tesis de Pre-grado. Escuela de Química. Facultad de Tecnológica Universidad Tecnológica de Pereira.73p.
- Carr, H. S., Wlodkowski, T. J., and Rosenkranz, H. S.** 1973. Silver sulfadiazine: in vitro antibacterial activity. *Antimicrob Agents Chemother.* 4:585-587.
- Castro, C. J., R. Solanilla, W. A. Otero, C. A. Quintero, A. De la Rosa C. y W. Moosbugger.** 1996. Productividad responsable en el campo. Bogotá Colombia, Proyecto Checua, CAR. 155p.
- CONAJO.** 2009. Situación Nacional e Internacional del Ajo en México. <http://www.conajo.com.mx/situacion.html> consultada en línea el 20 de junio de 2009.
- Currah, L y F. J. Proctor.** 1990. Onions in tropical regions. Natural Resources Institute. Chatman, U.K. Bulletin 35: 144-163.
- Diez, M. de las Heras, I. Jaime, J. Rovira, M. Collado y A. Fombellida.** 2010. Antioxidant capacity and pungency of `Horcal` onion under refrigerated storage. *Act Hort.* 858: 875-879.
- Dietz, K. J., U. Kramer, M. Baier,** 1999. Free radicals and reactive oxygen species mediators of heavy metal toxicity. Pp. 73-97.
- Diniz, L. P., Maffia, L. A., Dhingra, O. D., Casali, V. W. D., Santos, R. H. S. & Mizubuti, E. S. G.** 2006. Avaliação de productos alternativos para controle da requeima do tomateiro. *Fitopatología Brasileira* 31:171-179.

- Environmental Protection Agency (EPA).** 1992. *Allium sativum* (Garlic). R.E.D. Facts. 738-F-92-015, June 1992. 3pp
- Etoh, T.** 1997. True seeds in garlic. *Act Hort.* 433: 247-255.
- FAO,** 2009. Major food and agricultural commodities and producers. In: <http://www.faostat.fao.org> consultada en línea el 3 de febrero de 2009.
- FAOSTAT.** 2010. FAO Statistical Database. Food and Agriculture Organization, New York. URL: <http://apps.fao.org/default.htm> (Consult: April 17, 2012).
- Feng, Q. L., Wu, J., Chen, G. Q., Cui, F. Z., Kim, T. N., and Kim, J. O.** 2000. A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J.Biomed Mater. Res.* 52:662-668.
- Franken, K. and Franken, S.** 1978. Chemical induction of staminate flowers in four determinate gynoeocious lines of pickling cucumber. *Gartenbauwissenschaft* 43(6):280-282
- Fritsch, R. M. and Friesen, N.** 2002. Evolution, domestication and taxonomy. In *allium crop science: Recent Advances*, Edited by H. D. Rabino witch and L. Currah. CABI Publishing. p 5-30.
- Ganado, O.** 2001. Estudio de diferentes fracciones y extractos de *allium sativum* sobre la reactividad vascular, niveles de colesterol y cultivos celulares. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid.

- García, A. C.** 1998. El ajo. Cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España
- García, C.** 1998. El ajo cultivo y aprovechamiento. 2ª ed. Mundi- Prensa. Madrid, España. 205 p.
- Gardea, T., J., E. Gómez, J.R. Peralta-Videa, J. G. Parsons, H. Troiani & M. J. Yacaman.** 2003. Alfalfa Sportus: A Natural source for the synthesis of silver Nanoparticles. Langmuir 19: 1357-1361.
- Giaconi, V. y Escaff, M.** 1999. Cultivo de hortalizas. 14ª ed. Universitaria. Santiago, Chile. 337 p.
- González, A., N. Nava, M. del Olmo y J. Vílchez.** 1999. Determination of bisphenol in water by microliquid-liquid extraction followed by silylation and gas chromatography-mass spectrometry analysis. J. of Chromatography Science 36: 565-569.
- Gupta, U. C.; Gupta, S. C.** 1998. Trace element toxicity relationships to crop production and livestock and human health: implications for management. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 29, 1491-1522.
- Hendriksen, K. y S. L. Hansen.** 2001. Increasing the dry matter production in bulb onions (*Allium cepa* L.). Acta Hort. 555: 147-152.
- Heredia, G. E.** 2005. Fundación Produce Guanajuato. INIFAP del Bajío. Km 6.5 carretera San Miguel de Allende-Celaya. Celaya, Guanajuato.
- Horbowicz, M. y T. Kotlinska.** 2004. Level of flavonols in wild and cultivated *Allium* species. Act Hort. 517: 375-380.

- Horie, T., Awazu, S., Itakura, Y., Fuwa, T.** 1992. Identified diallyl polysulfides from an aged garlic extract which protects the membranes from lipid peroxidation. *Planta Med.*, 58: 468-475.
- Hoyme, U. B.** 1993. Clinical significance of crede's prophylaxis in germany at present. *infect.dis.Obstet.Gynecol.* 1:32-36.
- Huchette, O., I. Arnault, J. Auger, C. Bellamy, L. Trueman, B. Thomas, S. Ochatt y R. Kahane.** 2007. Genotype, nitrogen fertility and sulfur availability interact to affect flavour in garlic. (*Allium sativum* L.). *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 82: 79-88.
- Imai, J., Ide, N., Nagae, S., Moriguchi, T., Matsuura, H., Itakura, Y.** (1994). Antioxidant and radical scavenging effects of aged garlic extract and its constituents. *Planta Med.*, 60:417-422.
- Internet 1,** <http://www.juventinorosas.gob.mx/juventino/localizacion.php>, (Consulta: 28-Abril-2014).
- Internet 2,** http://www.tutiempo.net/clima/Salttillo_Coah/2011/763900.htm, (Consulta: 28- Abril- 2014).
- Jacqueline, J.** 2010. Informe sobre el mercado mundial del ajo. URL:www.copel.com.ar/mendozainforme/edito/jime/10.10_0.1.htm. (Consulta: Diciembre 10, 2011).
- Jonson, I. T., Southon S. y Faulks, R.** 2001. Predicting the bioavailability of antioxidants in food: the case of carotenoids. Page 119-123.
- Kamenetsky, R., I. London, F. Khassanov, C. Kik, A. Van Heusden, M. Vrieling, K. Burger-Meijer, J. Auger, I. Arnault y H. Rabinowitch.** 2005. Diversity infertily potential and organo-sulfur compounds

among garlic from Central Asia. *Biodiversity and Conservation* 14: 281-295.

Kamenetsky, R. and Rabinowich, H. D. 2006. The genus *Allium*: A developmental and horticultural analysis. *Horticultural Reviews*. 32:329-337

Kemper, K. J. 2000. Garlic (*Allium sativum*). Long wood Herbal Task Force. 49 p. In: <http://www.longwoodherbal.org>. Consultada en línea el 12 de junio de 2009.

Keusgen, M. 2002. Health and alliums. In: Rabinowich H.D. y Currah L. (eds) *Allium Crop Science: Recent Advances*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 357-378.

Kim, D. O., O. Padilla-Zakour y P. Griffiths. 2004. Flavonoids and antioxidant capacity of various cabbage genotypes at juvenile stage. *J. of Food Sci.* 69 (9): C685-C689.

Kopsell, D. A. y M. G. Lefsrud. 2009. Pre-harvest cultural growing conditions can influence carotenoid phytochemical concentrations in vegetable crops. *Act Hort.* 841: 283-293.

Lau, B. H. S. 1995. Phytochemical research at LLU. *Alumni. J.*, Nov.-Dec.:8.

Lawson, L. D. 1993. Bioactive organosulfur compounds of garlic and garlic products: role in reducing blood lipids. In: *Human medicinal agents from plants*, American Chemical Society, Washington, D.C., 303-330.

- Lawson L. D. y Hughes B. G.** Characterization of the formation of Allicin and other Thiosulfinates from Garlic. *Planta Medica*, volume 58, pp. 345-350. 1992.
- Lok, C. N., Ho, C. M., Chen, R., He, Q. Y., Yu, W. Y., Sun, H., Tam, P. K., Chiu, J. F., and Che, C. M.** 2006. Proteomic analysis of the mode of antibacterial action of silver nanoparticles. *J. Proteome. Res.* 5:916-924.
- López L. T.** 2007. El ajo. *Ámbito Farmacéutico: Fitoterapia*, volumen 26, pp. 77-81.
- Lucier, G. and Biing-Hwan. L.** 2000. Garlic, flavor of ages. *Agricultural Outlook*. Economic Research Service. USDA, 4p
- Miean, K. y S. Mohamed.** 2001. Flavonoids (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin and apigenin) content of edible tropical plants. *J. Agric. Food Chem.* 49 (6): 3106-3112.
- Miranda, R. M.; Carlson, W. H.** 1991 Characterization of the role of ethylene in petal abscission of hybrid geranium using floret explants. *Revista Brasileira de Fisiología Vegetal* 3(1) 7-16 (En, pt, 38 ref.).
- Miranda, L., L. Castro.** 2000. El estrés oxidativo en las plantas. Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de investigación de Yucatán. Mérida Yucatán, México.
- Miron, T., Shin, I., Feigenblat, G., Weiner, L., Mirelman, D., Wilchek, M. y Rabinkov, A.** 2002. A spectrophotometric assay for allicin, alliin, and alliinase (alliinlyase) with a71chromogenic thiol: reaction of 4-

mercaptopyridine with thiosulfinates, *Analytical Biochemistry*, 307, 76–83.

Mogren, L. M., M. E. Olson y U. E. Gertsson. 2009. The role of pre- and post-harvest factors on the content of the flavonoid quercetin in yellow onion (*Allium cepa* L.). *Act. Hort.* 841: 335-337.

Morales, J. 1999. Efecto bacteriostático de aceites esenciales de ajo y cebolla sobre dos microorganismos presentes en carnes. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Morones, J. R., Elechiguerra, J. L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J. B., Tapia, J., and Yacaman, M. J. 2005. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology* 16:2346-2353.

Mujica, H. y Pérez, C. 2006. Características Físicas Y Químicas De Ajo cosechado En Dos Estados De Madurez Y Almacenado En Condiciones Ambientales. *Bioagro* 18(3): 171-175.

Muñoz, M. G., F. Carricondo, A. González, E. J. Alonso, A. Navalón y J. L. Vílchez. 2001. Determination of carbetamide in water by micro liquid-liquid extraction followed by HPLC. *J. of Liquid Chromatography and Related Technologies.* 24:355-366.

Nagpurkar A, Peschell J y Holud B. J. 2000. Garlic constituents and disease prevation. En: herbs, botanicals and teas. 1-23. Technomic. Lancaster, PA, EUA. Nell, T.1992. Taking silver safely out of the longevity picture. *Groven Talks Magazine.* June 92. Page 23-26.

- Nutritiondata**, 2009. Nutrition facts, garlic row.
In:<http://www.nutritiondata.com>, consultada en línea el 27 de octubre de 2009.
- Ohkawa, K., Kasahara, Y. and Suh, J. N.** 1999. Mobility and effects on vase life of silver containing compounds in cut rose flowers. Hort Sci. 34:112-113.
- Peña-Iglesias, A.** 1988. El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. I Parte teórico descriptiva. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 14:461-48
- Pezzutti, A. y G. Crapiste.** 1997. Color changes during dehydration of onion (*Allium cepa* L) and garlic (*Allium sativum* L). Act Hort. 433: 455-462.
- Phelps, S., Harris, W.** 1993. Garlic supplementation and lipoprotein oxidation susceptibility. Lipids, 28(5):475-477.
- Prabu J., M.** 2008. Bio-pesticides: ginger garlic extract measures up. The Hindu, Chennai, 03 Apr 2008, K33, 1p.
- Qin, Y., S. Zhang., L. Zhang., D. Zhu., y S. Asghar.** 2005. Response of in vitro strawberry to silver nitrate AgNO₃. Hort Science. 40:3:747-751.
- Ramírez, M. E.** 2000. Efecto de la temperatura y atmósferas controladas sobre el oscurecimiento y la calidad de ajo mínimamente procesado. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México. 128 p.
- Randle, W. M.** 1997. Genetic and environmental effects influencing flavor in onion. Act Hort. 433: 299-304.

- Randle, W. M.** 2000. Increasing nitrogen concentration in hydroponic solution affects onion flavor and bulb quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125: 254-259.
- Randle, W. M. y J. E. Lancaster.** 2002. Sulphur compounds in Alliums. In: Rabinowitch H.D. y Currah L. (eds) *Allium Crop Science: Recent Advances*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 329-356.
- Randle, W. M.** 2005. Advancements in understanding and manipulating Allium flavor: Calcium and chloride. *Act Hort.* 688: 35-40.
- Reid, M. S., Paul, J. L., Farhoomand, M. B., Kofranek, A. M. and Staby, G. L.** 1980. Pulsetreatment with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:25-27.
- Reseman, J., G. Buffer, R. Carle y H. Liebig.** 2001. Pungency and sprout growth of onion bulbs during storage. *Act Hort.* 555: 245-247.
- Reuben S. O. W. M., Yahya, S. N., Misangu R. N., and Mulungu. L. S.** 2006. Field evaluation on effects of common spices in the control of diamondback moth (*Plutellaxylustella*L.) pest of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.) commercial cultivar. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5:85-90
- Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Bravo-Lozano, A. G.** 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. 272 p.
- Robles, P. J., R. A. Armenta C. y E. Valenzuela C.** 2006. México en el Contexto global de la Producción de Ajo. En memorias, Seminario

Técnico: Tecnología para la producción de ajo en la sierra de Sonora. Universidad de Sonora- INIFAP. P 7-14.

- Rodriguez, J. F., H. Pizon, H. Laverde y G. Corchuelo.** 1998. Comportamiento del crecimiento y desarrollo del ajo rosado. Agronomía Colombiana. Volumen XV. No. 1 pág. 76-81.
- Rosa, C.E.V., M. Sierra, and C.M. Radetski.** 1999. Use of plant tests in the evaluation of textile effluent toxicity. Ecotoxicol. Environ. Res. 2:56-61.
- Rosales-Velázquez, J.L., A. Benavides-Mendoza, L.O. Fuentes-Lara, H. Ortega-Ortíz, H. Ramírez, M. Cabrera-De la Fuente.** 2006. Absorción de iones plata por plantas de cebolla y su respuesta a la aplicación de nitrato de plata en el sustrato. Memoria del Simposio Internacional Alternativas para la Rehabilitación de Suelos Contaminados con Metales Pesados y Metaloides. Colegio de Posgraduados y Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. ISBN 970-92068-2-2
- Roy, H. and Lundy, S.** 2005. Health benefits of garlic. Pennington Nutrition Series. Healthier lives through education in nutrition and preventive medicine. No. 20, 4p.
- Ruiz, C., G. Medina, I. González, C. Ortiz, H. Flores, R. Martínez y K. Byerly.** 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

- Rybak, M., E. Calvey y J. Harnly.** 2004. Quantitative determination of alliin in garlic: supercritical fluid extraction and standard addition of alliin. *J. Agric. And Food Chem.* 52 (4): 682-687.
- Sara, A., M. Bergquist, U. Gertsson, P. Knuthsen y M. Olsson.** 2005. Flavonoids in baby spinach (*SpinaciaoleraceaL.*): Changes during plant growth and storage. *J. Agric. Food Chem.* 53 (24): 9459-9464.
- Sarita, V.** 1995. Cultivo de ajo. Serie Cultivos, Boletín Técnico No. 5, segunda edición, Fundación de Desarrollo Agropecuario. República dominicana, 24p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).** 2013 (http://reportes.siap.gob.mxAgricola_saip/ResumenProducto.do) Consultado 3 de Abril de 2014.
- Shadkchan, Y., E. Shemesh, D. Mirelman y T. Miron.** 2004. Efficacy of alliin, the reactive molecule of garlic, in inhibiting *Aspergillus* spp in vitro, and in a murine model of disseminated aspergillosis. *J. of Antimicrobial Chemotherapy* 53: 832-836.
- Slimestad, R., T. Fossen y I. Vágen.** 2008. Onions: a source of unique dietary flavonoids. *J. Agric. Food Chem.* 55 (25): 1067-1080.
- Son, K. C., Byoun, H. J., y Yoo, M. H.** 2003. Effect of pulsing with $AgNO_3$ or STS on the absorption and distribution of silver and the vase life of cut rose 'Red Sandra'. *Act Hort.* 624, ISHS 2003.
- Sondi, I. and Salopek-Sondi, B.** 2004. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria. *J. Colloid Interface Sci.* 275:177-182.

- Strelnikova, T. R., Mastakova, A. H. and Guseva, L. I.** 1984. Selekcija geterozisnih gibridov ogurca. Moldavskii naucnoiss ledovatelskiiins titutorasa emogozemle delijaiovos cevodstva, NPO, Dnestr pp.50-60.
- Thompson, M., Al-Qattan, K. K., Bordia, T., and Ali, M.** 2006. Including garlic in the diet may help lower blood glucose, cholesterol, and triglycerides. *Journal of Nutrition. (Supplement)* 136:800S-802S.
- Tredget, E. E., Shankowsky, H. A., Groeneveld, A., and Burrell, R.** 1998. A matchedpair, randomized study evaluating the efficacy and safety of Acticoat silver coated dressing for the treatment of burn wounds. *J. Burn Care Rehabil.* 19:531-537.
- Trejo, P. P.** 2006. Presentación, Foro Nacional del Ajo. Memorias. Gobierno de Zacatecas, SAGARPA, FIRA, Consejo Estatal de Productores de Ajo de Zacatecas. México. P. 9-13.
- Uda, A., Koyama, Y. and Fukushima, K.** 1995. Effect of silver thiosulfate solution (STS) having different ratios of AgNO₃ and Na₂S₂O₃.5H₂O on Ag absorption and distribution, and vase life of cut carnations. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64:927-933.
- Valenzuela, C. P., M. Chávez C., E. Valenzuela C., A. Álvarez A., J. López E. y M. A. Huez L.** 2008. Evaluación de fechas de siembra de ajo jaspeado (*Allium sativum* L.) cultivar INIFAP, en la sierra baja del Río Sonora. XI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California. p. 390-394.

- Yamasaki, T., LI, L., Lau, B.H.S.** 1994. Garlic compounds protect vascular endothelial cells from hydrogen peroxide-induced oxidant injury. *Phytotherapy Res.*, 8:408-415.
- Yanishlieva, N y Maslarova, V.** 2001. Origen de los antioxidants naturales: verduras, frutas, hierbas, especias y tés. Pag. 119-121.
- Yoon, K. Y., Byeon, J. H., Park, J. H., Hi, J. H., Bae, G. N., and Hwang, J.** 2008. Antimicrobial characteristics of silver aerosol nanoparticles against bacillus subtilis bioaerosols. *Environmental Engineering Science* 25:289-294.
- Zepp, G. Harwood J. and Somwaru, A.** 1996. Garlic: an economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture for the Office of Risk Management.48p.

VII. APÉNDICE

Tabla 1. Comparación de las medias de peso de los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	112.83	1
A	87.17	2
A	93.33	3
A	93.67	4
A	76.67	5
A	72.30	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 2. Comparación de las medias de peso de los bulbos para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	97.71	1
AB	67.11	2
B	42.80	3
B	52.14	4
B	60.55	5
B	41.32	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 3. Comparación de las medias de diámetro polar de los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	4.63	1
A	4.43	2
A	4.50	3
A	4.56	4
A	3.96	5
A	3.66	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 4. Comparación de las medias de diámetro polar de los bulbos para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	4.89	1
A	4.65	2
A	3.94	3
A	4.13	4
A	3.90	5
A	3.86	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 5. Comparación de las medias de diámetro ecuatorial de los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	6.68	1
A	5.91	2
A	6.03	3
A	5.76	4
A	6.06	5
A	5.30	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 6. Comparación de las medias de diámetro ecuatorial de los bulbos para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	5.86	1
AB	5.46	2
AB	4.95	3
AB	4.98	4
AB	5.11	5
B	4.54	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 7. Comparación de las medias del número de bulbillos (dientes) en los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	20.66	1
A	16.66	2
A	14.00	3
A	17.00	4
A	19.33	5
A	19.66	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 8. Comparación de las medias del número de bulbillos (dientes) en los bulbos para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	15.66	1
A	13.00	2
A	9.30	3
A	12.66	4
A	15.33	5
A	10.33	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 9. Comparación de las medias en la variable °Brix de los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	30.00	1
A	30.13	2
A	30.80	3
A	30.80	4
A	30.06	5
A	27.93	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 10. Comparación de las medias en la variable °Brix de los para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	20.56	1
A	17.40	2
A	18.30	3
A	17.76	4
A	18.06	5
A	18.23	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 11. Comparación de las medias en la variable potencial redox de los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
B	63.66	1
AB	80.00	2
A	90.00	3
AB	73.00	4
AB	77.33	5
AB	79.33	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 12. Comparación de las medias en la variable potencial redox de los bulbos para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	50.00	1
A	77.67	2
A	79.33	3
A	87.33	4
A	82.33	5
A	70.00	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 13. Comparación de las medias en la variable vitamina C de los bulbos para el ambiente 1.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	1.76	1
A	2.19	2
A	2.69	3
A	1.96	4
A	2.39	5
A	2.45	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 14. Comparación de las medias en la variable vitamina C de los bulbos para el ambiente 2.

Agrupamiento Tukey	Media	T
A	6.32	1
A	2.72	2
A	3.64	3
A	5.99	4
A	1.56	5
A	5.83	6

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 15. Análisis de varianza para la variable peso de los bulbos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	5063.453889	723.350556	3.47	0.0373
Error	10	2085.722222	208.572222		
Total	17	7149.176111			
	Media: 89.32778		C.V. 16746		

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable peso de los bulbos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	5663.971922	809.138846	7.62	0.0024
Error	10	1062.359656	106.235966		
Total	17	6726.331578			
		Media: 59.44111	C.V. 17.33999		

Tabla 17. Análisis de varianza para la variable diámetro polar de los bulbos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	3.18055556	0.45436508	1.57	0.2488
Error	10	2.88888889	0.28888889		
Total	17	6.06944444			
		Media: 4.294444	C.V. 12.51579		

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable diámetro polar de los bulbos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	2.89173889	0.41310556	1.62	0.2346
Error	10	2.54315556	0.25431556		
Total	17	5.43489444			
		Media: 4.230556	C.V. 11.92035		

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de los bulbos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	4.64472222	0.66353175	1.29	0.3466
Error	10	5.15805556	0.51580556		
Total	17	9.80277778			
	Media: 5.961111		C.V. 12.04802		

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de los bulbos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	3.14040556	0.44862937	2.57	0.0856
Error	10	1.74662222	0.17466222		
Total	17	4.88702778			
	Media: 5.961111		C.V. 8.108947		

Tabla 21. Análisis de varianza para la variable número de bulbillos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	115.2222222	16.4603175	1.82	0.1887
Error	10	90.5555556	9.0555556		
Total	17	205.7777778			
	Media: 17.88889		C.V. 16.82187		

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable número de bulbillos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	120.0555556	17.1507937	0.83	0.5880
Error	10	207.5555556	20.7555556		
Total	17	327.6111111			
	Media: 12.72222		C.V. 35.80999		

Tabla 23. Análisis de varianza para la variable °Brix de los bulbos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	18.47555556	2.63936508	0.46	0.8448
Error	10	57.80888889	5.78088889		
Total	17	76.2844444			
	Media: 29.95556		C.V. 8.026384		

Tabla 24. Análisis de varianza para la variable °Brix de los bulbos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	19.80222222	2.82888889	0.59	0.7517
Error	10	47.99555556	4.79955556		
Total	17	67.79777778			
	Media: 18.38889		C.V. 11.91366		

Tabla 25. Análisis de varianza para la variable potencial redox de los bulbos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	1515.888889	216.555556	4.84	0.0128
Error	10	447.222222	44.722222		
Total	17	1963.111111			
		Media: 77.22222	C.V. 8.660030		

Tabla 26. Análisis de varianza para la variable potencial redox de los bulbos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	2661.888889	380.269841	2.01	0.1533
Error	10	1894.555556	189.455556		
Total	17	4556.444444			
		Media: 74.44444	C.V. 18.48934		

Tabla 27. Análisis de varianza para la variable vitamina C de los bulbos en el ambiente 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	7.11855556	1.01693651	0.68	0.6854
Error	10	14.89608889	1.48960889		
Total	17	22.01464444			
		Media: 2.235556	C.V. 54.59472		

Tabla 28. Análisis de varianza para la variable vitamina C de los bulbos en el ambiente 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Pr>F
Tratamiento	7	88.6211222	12.6601603	3.37	0.0407
Error	10	37.5939222	3.7593922		
Total	17	126.2150444			
		Media: 4.344444	C.V. 44.62976		