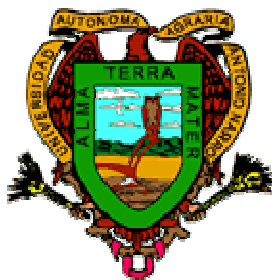


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**DETERMINACIÓN DE ANTIOXIDANTES, °BRIX Y NITRÓGENO EN CEBOLLA
(*Allium cepa*) TRATADA CON NITRATO DE PLATA (AgNO_3) Y ÁCIDO
SALICILÍCO**

Por:

MARÍA DE LA LUZ DE LA LUZ GONZÁLEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx.

Noviembre de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**

Determinación de Antioxidantes, °Brix y Nitrógeno en Cebolla (*Allium cepa*) Tratada con Nitrato de Plata (AgNO₃) y Ácido Salicílico

POR:

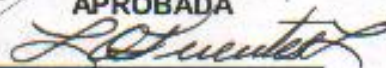
MARÍA DE LA LUZ DE LA LUZ GONZÁLEZ

TESIS

**Que somete a la consideración del Honorable Jurado Examinador, como
requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

APROBADA



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

PRESIDENTE



Dr. Adalberto Benavides Mendoza

SINODAL

M.C. Antonio F. Aguilera Carbó

SINODAL
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México



Noviembre de 2008

**COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL**

A

2

GRADECIMIENTOS

Principalmente a **Dios** por darme la oportunidad de concluir mis objetivos, por darme fuerzas cuando me sentí desesperada, por todas las metas que he logrado hasta este momento.

A mi Honorable “**ALMA TERRA MATER**” por brindarme la oportunidad de lograr formarme como ingeniero en ciencia y tecnología de los alimentos; sin tu existencia no hubiese sido posible. Y a todas aquellas personas que de alguna manera hacen posible la existencia de esta gran institución.

A la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, por su apoyo y confianza para la realización de este trabajo; por su amistad y por su apoyo que me brindo en mi estancia en esta Honorable Institución.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**, por el apoyo y paciencia que me dedicó en la realización de este trabajo de investigación.

Al M.C. **Antonio F. Aguilera Carbó** por su valioso apoyo para la realización del este trabajo.

A **T. L. Q. Carlos A. Arévalo Sanmiguel**, por el apoyo brindado en la realización de este trabajo y durante mi estancia en el laboratorio.

A las profesoras **Carmen Julia García y Luz Elena Mata** por su valioso y generoso apoyo.

DEDICATORIAS

Principalmente a **Mis Padres:**

Tomas de la Luz Hilario

Rufina González Neri

Gracias porque no pude haber tenido unos padres tan maravillosos como ustedes, gracias porque hicieron de mí una persona de bien, por enseñarme lograr mis metas, por todo su amor, cariño y apoyo incondicional que me han dado, por esos momentos inolvidables de felicidad que he vivido a su lado. No tengo palabras para decirles cuanto los amo y cuanto les agradezco todo lo que han hecho por mí.

A mis **Hermanos:**

Sergio

Estela

José Antonio

María Dolores

Ustedes han sido compañeros maravillosos con los que he disfrutado todas las cosas que nuestros padres nos brindaron. Gracias por que siempre estuvieron dispuestos a apoyarme, gracias por todo el cariño y apoyo que me han brindado.

A mis **abuelitos:**

Ausencio (+)

Cristina

José (+)

María Dolores

Principalmente a ti **María Dolores** gracias por todo el cariño, y dedicación que me haz brindado, gracias por tus enseñanzas, por tus palabras y consejos tan sabios que siempre recordaré, por que siempre estuviste conmigo y por ser mi mamá Lolita.

A mis tíos:

Guadalupe

Agustina

Poly

Gracias por todo su cariño, consejos y apoyo que me han brindado, gracias por su atención que me brindaron en aquellos momentos que más los necesité, gracias por su apoyo, siempre les estaré agradecida.

A mi adorable **Zamnita**:

Gracias porque llegaste a iluminar mi vida, eres lo más grande y lo más maravilloso que Dios me ha dado; gracias por darme fortaleza porque con el simple echo mirar tu sonrisa y de escucharte me diste la fuerza y deseo de seguir y no quedarme en el intento.

Muy especialmente a **Aarón**:

Aarón de la Rosa G., con todo cariño y respeto te dedicó este trabajo, por todo tu apoyo incondicional, por la fortaleza que siempre me haz brindado, por estar siempre conmigo en todos los momentos tan difíciles. Gracias por darme la oportunidad de compartir mi vida contigo. Mil gracias por ser mi esposo, mi amigo, mi compañero y el amor de mi vida.

A la familia:

De la Rosa Garcilazo, gracias por todo el valioso apoyo y confianza que nos han brindado.

A mis **compañeros y amigos**:

Luís Alberto, Gama, Silvia Rosas, Monserrat, Pólo, Brenda, Perla.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	39
ÍNDICE GENERAL	
Contenido	Página
AGRADECIMIENTOS	<i>iii</i>
DEDICATORIA	<i>iv</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>vii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>vii</i>
RESUMEN	<i>viii</i>
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	1
Hipótesis	1
Justificación	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Antecedentes y generalidades	3
Características distintivas de la cebolla	3
Propiedades nutritivas	4
Principales componentes	4
Antioxidantes	6
Mecanismo de antioxidantes	7
Radicales libres	8
Tipos de radicales libres	9
Consecuencias en el organismo humano	9
Sistema de defensa antioxidante	10
Reacciones de deterioro en las que tienen efecto los antioxidantes	11
°Brix	12
Nitrógeno	12
Nitrato de plata	13
Ácido salicílico	15
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Localización del lugar experimental	17
Ubicación del área de estudio	17
Condiciones climáticas	17
Sistema de riego	17
Riegos	18
Material genético	18
Material utilizado	18
MÉTODO1: Aplicación de nitrato de plata al sustrato con solución nutritiva Douglas ([AgNO ₃] 0, 20, 40 y 80 mgL)	19
MÉTODO 2: Aplicación de Agno ₃ con atomizador ([AgNO ₃] 0, 20 Y 40 mgL)	20
Descripción de los tratamientos	22
Diseño experimental	23
Variables a evaluar	23
Antioxidantes	24
°Brix	25
Nitrógeno	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
°Brix	27
Antioxidantes	30
Nitrógeno	33
CONCLUSIONES	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición de nutrientes en cebolla por 100 gramos de bulbo crudo	5
2	Clasificación de los antioxidantes	10
3	Clasificación de los antioxidantes, según origen	11
4	Método 1, Testigo, 20, 40 y 80 mg/L de plata aplicado en el riego; con 4 tratamientos, 3 repeticiones c/u y 3 muestreo	22
5	Método 2, el nitrato de plata se aplicó en forma foliar (20 y 40 mg/L), con 3 tratamientos, 3 repeticiones y 3 muestreos c/u	23
6	Concentración de medias por tratamiento de los tres muestreos para °Brix en cebolla, para el método 1	27
7	Concentración de medias por tratamiento de los tres muestreos para °Brix en cebolla, método 2	27
8	Concentración de medias para determinación de la capacidad antioxidante total en bulbos de cebolla para el método 1, en los tres muestreos	30
9	Comparación de medias para la determinar la capacidad antioxidante del extracto del bulbo para método 2, en los tres muestreos	31
10	Comparación de la prueba de medias de Nitrógeno en bulbo de cebolla para el método 1	33
11	Comparación de medias de Nitrógeno en hoja, método 1	34
12	Comparación de medias de Nitrógeno en bulbo para el método 2	34
13	Comparación de medias de Nitrógeno en hoja para método 2	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Concentración de Sólidos Solubles (°Brix) en cebolla para método 1	29
2	Efecto del Nitrato de Plata (Método 1) para la capacidad antioxidante en bulbos de cebolla	31
3	Efecto del Nitrato de Plata (Método 1) para la capacidad antioxidante en bulbos de cebolla	36
4	Efecto del Nitrato de Plata (Método 2) en el contenido de N en la raíz	37

RESUMEN

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero, en el periodo de mayo-septiembre de 2006, con el propósito de determinar la capacidad antioxidante, °brix y nitrógeno en cebolla (*Allium cepa*) tratada con nitrato de plata (AgNO_3) y ácido salicílico.

El trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar para el primer método, 4 tratamientos con 3 repeticiones y para el segundo método, 3 tratamientos y 3 repeticiones, el material genético utilizado fue *Crystal White Wax*, los tratamientos fueron 0, 20, 40 y 80 mgL^{-1} de AgNO_3 para el primer método y 0, 20 y 40 mgL^{-1} AgNO_3 para el segundo. Los riegos se realizaron 5 días después del trasplante y posteriormente cada 7 días, aplicando para el primer método vía riego 125 ml/tratamiento de nitrato de plata, solución Douglas, y ácido salicílico en forma de aspersión. Para el segundo método las aplicaciones fueron vía foliar tanto el nitrato de plata como el ácido salicílico.

Los resultados obtenidos para grados brix, muestran que el método 1 para el tratamiento de 40 mgL^{-1} es el que presentó mayor concentración, mientras que para el método 2 las concentraciones fueron menores para todos los tratamientos. Con respecto a la capacidad antioxidante en bulbo, para el método 1 se lograron los valores máximos, presentándose en el tratamiento de 80 mgL^{-1} , expresados en μMol equivalente Trolox mg^{-1} . Con relación a los parámetros de nitrógeno para el método 1 en bulbo se obtuvieron los valores más altos en el testigo, mientras que en hoja, el mayor porcentaje fue el del tratamiento de 40 mgL^{-1} (1.55 %) y en raíz los valores más altos se lograron en el tratamiento de 20 mgL^{-1} , (0.85 %). Finalmente en lo que respecta al método 2, los porcentajes de nitrógeno mayores se presentaron en bulbo (1.60 %) y hoja (0.70 %) fueron para el testigo y raíz en el tratamiento de 40 mgL^{-1} , (1.25 %).

En conclusión la aplicación de AgNO_3 modifica el valor nutrimental de los bulbos de cebolla incrementando la concentración °brix, y reduce los porcentajes

de nitrógeno expresado como nitrógeno total; la aplicación de nitrato de plata dio mejores resultados en la aplicación vía riego.

Palabras clave: cebolla, ácido salicílico, nitrato de plata, grados brix, antioxidantes.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria tiene una gran responsabilidad con la humanidad a nivel mundial elaborando productos para consumo de la población siendo la encargada de ofrecer productos sanos, “nutritivos” y apropiados para cada necesidad del individuo. La elaboración de productos innovadores cada día es más exigente y la mejora de otros también.

Es por lo anterior que se realizó el siguiente trabajo utilizando una hortaliza que es muy utilizada en la elaboración de platillos y que además tiene la capacidad de reducir, eliminar o inhibir algunas enfermedades que puede presentarse en la sociedad y tales propiedades las presenta la cebolla. La cebolla es un producto que no se puede sustituir por otro para la elaboración de alimentos por su sabor y olor característico.

Para esto se cuenta con los siguientes objetivos e hipótesis:

OBJETIVO GENERAL

Determinar si la aplicación de nitrato de plata en forma foliar o en el riego modifica el valor nutrimental de los bulbos de cebolla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar las concentraciones de °brix en cebolla para cada método.
- ❖ Evaluar la capacidad antioxidante de los bulbos de cebolla para cada uno de los métodos.

- ❖ Cuantificar los parámetros de nitrógeno total en ambos métodos en cebolla.

HIPOTESIS

Al menos uno de los tratamientos cambia de forma significativa el valor nutrimental de la cebolla.

JUSTIFICACIÓN

Son diversos los problemas que preocupan a la humanidad a nivel mundial tal es el caso de la alimentación, contaminación y distintas enfermedades que aparecen y las cuales se incrementan entre la población.

Mundialmente la falta de alimentos invade principalmente los países mas pobres; en nuestro país es un problema grave ya que origina una población desnutrida y además en muchos casos enfermedades que pueden ser graves; para ayudar a prevenir o disminuir tales casos se requiere la elaboración de nuevos (innovación) productos nutritivos y al alcance de la sociedad, que cumplan con todas las normas de calidad establecidas; y de esta forma poder ofrecer productos inocuos y nutritivos que ayuden a disminuir o evitar enfermedades relacionadas con la alimentación.

Los países desarrollados y la globalización obliga a los empresarios, productores e industrias de cualquier tipo a trabajar bajo un sin número de políticas y normas para cualquier producto o servicio que se ofrezca, y de esta forma sean aceptados en otros países al realizar exportaciones.

En la industria agroalimentaria se tiene una gran responsabilidad para la elaboración de productos innovadores tomando en cuenta que debe cubrir las necesidades de la población de acuerdo a los avances normativos existentes, se tiene como ejemplo; productos nutritivos, de buena presentación, accesibles, con larga vida de frescura, no grasos y un sin número de características que la población exige.

Por lo anterior, se propuso el siguiente trabajo en donde se determinó la factibilidad de usar la planta de cebolla como modelo biológico para investigar el

efecto de la aplicación de nitrato de plata en la calidad nutrimental de los bulbos. Este trabajo se enmarcó en un proyecto que busca usar las especies de cultivos como herramientas para la fabricación de nanopartículas de metales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes y generalidades

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas de gran importancia, tanto por su superficie sembrada como cosechada en el país y la región, además es uno de los productos alimenticios de la población más utilizados y proporciona algunos nutrientes requeridos en la dieta humana. Por su consumo directo o bien por un sin número de usos en el consumo humano; la cebolla también es conocida entre las diversas culturas por su aplicación en la prevención y cura de enfermedades, por su poder anticancerígeno, además de ser un condimento de excelencia en los alimentos (InfoAgro.com, autor anónimo).

Además de ser baja en calorías, sana y nutritiva entre sus capas se encuentran propiedades medicinales que podemos aprovechar. Su presencia en la cocina se remite a siglos atrás por su versatilidad y sabor, incrementando el valor nutritivo de las preparaciones en las cuales se incluye.

Características distintivas de la cebolla

La cebolla forma bulbos característicos; de acuerdo con la variedad, estos bulbos varían en tamaño, (pequeños, medianos y grandes), color (blancos, amarillos o rojos), formas (aplanadas, redondas o globulares), texturas (finas o ásperas) y calidad picante. La planta normalmente es bianual. Los bulbos suculentos se desarrollan durante la primera temporada de crecimiento y los tallos florales durante la siguiente temporada. Las hojas nacen de un tallo corto y aplanado en la base del bulbo. Constan de dos partes: (1) la vaina y (2) el limbo. Las vainas son suculentas y rodean a las hojas jóvenes encerrándolas. La lámina de la hoja es verde, puntiaguda y hueca (InfoAgro.com).

PROPIEDADES NUTRITIVAS

Principales componentes

El bulbo contiene un aceite esencial pungente rico en compuestos sulfurados, como el disulfuro de alilpropilo y otros, vitaminas E, B y C, carotenos, derivados flavónicos, sales, minerales, varios azúcares y almidón, además contiene vitaminas A; los minerales como el potasio, fósforo, magnesio, entre otros. Su sabor picante característico, se debe a la presencia de un aceite esencial que se recomienda en el caso de afecciones respiratorias. Además, contiene enzimas que favorecen la fijación de oxígeno por parte de las células, colaborando en la función respiratoria.

El disulfuro de alilpropilo es similar al sulfuro de alilo del ajo y el metil-aliltrisulfato; el primero es el aceite volátil que provoca el lagrimeo y a él se le atribuyen las propiedades terapéuticas ya que es hipoglucemiante, antiséptico y expectorante, además inhibe el desarrollo de cánceres inducidos en ratas. En cuanto el metil-aliltrisulfato evita la agregación plaquetaria incrementa los niveles de colesterol bueno en sangre; (T. Copan, 1999).

Las cebollas son un alimento con un escaso aporte calórico ya que su contenido de agua es de alrededor del 90%. En la composición de las cebollas se ha de tener en cuenta sus apreciables aportes sulfurados que la convierten en un excelente alimento regulador del organismo.

En cuanto a su contenido vitamínico, las cebollas son ricas en vitaminas del grupo B, como los folatos y las vitaminas B3 y B6.

Presenta cantidades discretas de vitamina E y C, ambas con efecto antioxidante; además esta última interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. Los folatos intervienen en la producción de glóbulos rojos

y blancos, en la síntesis de material genético y en la formación de anticuerpos del sistema inmunológico.

Las propiedades salutíferas de las cebollas se deben, más que a su composición nutritiva, a su abundancia de antioxidantes, entre ellos los flavonoides y los compuestos azufrados. Estos últimos son sustancias precursoras de compuestos volátiles que son los que aportan a la cebolla ese olor y sabor tan característicos.

Cuadro 1. Composición de nutrientes en cebolla por 100 gramos de bulbo crudo.

Principios inmediatos:	%
Agua	90
Celulosa	0.7
Hidratos de carbono	8.4
Grasas	0.2
Proteínas	1.3
Cenizas	0.4
Sales Minerales	%
Potasio	0.140
Sodio	0.015
Calcio	0.035
Magnesio	0.012
Hierro	0.001
Fósforo	0.047
Azufre	0.104
Cloro	0.024
Aluminio	0.008
Manganeso	0.00015
Cobre	0.00012
Vitaminas	
Vitamina A	50 U.1.
Vitamina C	14 mg
Vitamina E	0.3 mg

Vitamina B1	0.06 mg
Vitamina B2	0.03 mg

Fuente: InfoAgro.com/hortalizas/cebolla.htm

Los flavonoides son compuestos polifenólicos con propiedades anti-radicales libres que retiran oxígeno reactivo y se dirigen fundamentalmente hacia los radicales hidroxilo, superóxido lipídicos o hidroperóxidos, especies altamente reactivas. La ingesta promedio de flavonoles y flavonas se sitúa entre los 20 y 26 mg/día, flavonoides se estima como 23 mg/día, (Haro 2007). De esta manera bloquean la acción deletérea de dichas sustancias sobre las células.

Alberga entre sus capas una sustancia llamada glucoquinina, conocida como “insulina vegetal,” que ayuda a controlar la diabetes mediante la disminución del nivel de azúcar en la sangre. En el interior de la cebolla, se encuentra un aceite que contiene una sustancia llamada “Alilo,” con propiedades funguicidas y bactericidas.

Existen la sustancia llamada “quercetina” es un flavonoide, que por su efecto antioxidante parece ser el responsable en la lucha contra la aparición de células cancerosas, sobre todo a nivel del estómago.

ANTIOXIDANTES

Se trata de un grupo de vitaminas, minerales, colorantes naturales y otros compuestos de vegetales y enzimas (sustancias que en nuestro organismo intervienen en múltiples procesos metabólicos), y bloquean el efecto perjudicial de los denominados radicales libres; es decir, los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar o reducir el comienzo de oxidación de las sustancias autooxidables. Existen infinidad de compuestos naturales y sintéticos con propiedades antioxidantes, (Fennema 2000).

La mayoría de los antioxidantes se encuentran en alimentos vegetales, lo que explica que incluir frutas, legumbres, verduras y hortalizas o cereales integrales en nuestra dieta sea tan beneficioso, (www.revista.consumer.es/).

El proceso químico de la oxidación lipídica no se puede evitar del todo, sin embargo, mediante el uso de antioxidantes, sí se puede disminuir o retardar su evolución, alargando así la vida útil de los alimentos y evitando su deterioro.

En los últimos años, los antioxidantes sintéticos, frecuentemente utilizados en la industria, están siendo sustituidos por antioxidantes naturales. La principal causa es la reevaluación de las propiedades físicas y químicas de los sintéticos, ya que se sospecha de la posible toxicidad de los componentes que se forman durante su degradación.

El uso de antioxidantes naturales, tienen la capacidad de evitar el deterioro en los alimentos, se perfila, por tanto, como un método eficaz a la hora de prevenir o disminuir los efectos de la oxidación, (www.consumaseguridad.com/).

Mecanismo de antioxidantes

Preventivo

- ❖ Diversas proteínas con núcleos enlazados o coordinados a metales (albúmina, metalotioneína y ceruloplasmina (cobre); ferritina, transferrina y mioglobina (hierro).
- ❖ Previenen la formación de EROs (Especies Reactivas de Oxígeno) por encima de los niveles normales del organismo

Reparador

- ❖ Enzimas que reparan o eliminan las biomoléculas que han sido dañadas por el ataque de Radicales Libres (RL):
 - Superóxido dismutasa

- Glutación peroxidasa
- Glutación reductasa
- Catalasa

Radicales libres

Radical libre (RL) es un átomo o molécula que posee uno o más electrones no apareados girando en sus órbitas externas. Esta condición, químicamente muy inestable, lo vuelve muy activo puesto que el electrón impar busca otro electrón para salir del desequilibrio atómico. Para esto quita un electrón a cualquier molécula vecina; es decir, que "oxida" la molécula, alterando su estructura y convirtiéndola a su vez en otro radical libre deseoso por captar un electrón.

Se genera así una reacción en cadena que dañará muchas células y puede ser indefinida si los antioxidantes no intervienen.

Los radicales libres producen daño al tomar electrones de los lípidos y proteínas de la membrana celular, y entonces no podrá cumplir sus funciones como el intercambio de nutrientes y descartar los materiales de deshecho celular, haciendo imposible el proceso de regeneración y reproducción celular. En el interior de la célula, los radicales libres atacan el ADN impidiendo a la célula su reproducción. Así los radicales libres contribuyen al proceso del envejecimiento.

Los procesos normales del organismo producen RL estas moléculas que en ciertas cantidades y bajo "el control" de los antioxidantes, permiten defendernos de la acción de virus y bacterias, protegiendo nuestra salud.

Los RL producidos por el cuerpo llevan a cabo determinadas funciones son neutralizados fácilmente por nuestro propio sistema. (Carlos R. C 2008), nuestro cuerpo produce unas enzimas (como la catalasa, dismutasa y superóxido dismutasa) que son las encargadas de neutralizarlos.

Las razones por las cuales se forman los RL son exposición al humo de cigarrillos (propios o ajenos), la contaminación ambiental, el estrés, algunos

medicamentos, el consumo de pesticidas a través de ciertos alimentos, el exceso de grasas saturadas (de origen animal), los aceites recocidos (en frituras o salteados), entre otros pueden generar una cantidad mayor de RL que la necesaria y estos, "fuera de control" atacan entonces nuestras células, dañándolas y convirtiéndolas a su vez en nuevos radicales libres, produciéndose una reacción en cadena.

Al dañar las células de nuestra piel provocan su envejecimiento, transformándose seca y arrugada, los RL al dañar a los glóbulos blancos van debilitando nuestro sistema inmunológico pueden llegar a ser causantes de los procesos tanto de envejecimiento como de algunas otras enfermedades existentes en los seres vivos, (www.es.wikipedia.org/wiki/Antioxidante; actualizada Agosto 2008).

En determinadas circunstancias, la producción de radicales libres puede aumentar en forma descontrolada, situación conocida con el nombre de *estrés oxidativo*. El concepto expresa la existencia de un desequilibrio entre las velocidades de producción y de destrucción de las moléculas tóxicas que da lugar a un aumento en la concentración celular de los radicales libres.

Tipos de Radicales Libres:

- ❖ Radical Oxido nítrico
- ❖ Radical Superóxido
- ❖ Radical Hidroxilo
- ❖ Radical Peroxihidrilo
- ❖ Radical Peroxilo
- ❖ Radical Peróxido de hidrógeno
- ❖ Radical Oxígeno singlette

Consecuencias en el organismo humano

- ❖ Desregulación del crecimiento celular.

- ❖ Inactivación de los mecanismos de defensas inmunológicos.
- ❖ Pérdida o disminución de los procesos de traducción de señales entre diversos sistemas biológicos.

Cuadro 2. Clasificación de los antioxidantes.

ANTIOXIDANTES		
Exógenos	Endógenos	
	Enzimático	No enzimático
Vitamina E	Superóxido dismutasa(SOD)	Glutación
Vitamina C	Catalasa	Coenzima Q
Betacaroteno	Glutación peroxidasa	
Flavonoides		
Licopeno		

Fuente: www.alanrevista.org/ediciones/2004

Como se puede observar en el cuadro 2, los antioxidantes pueden ser enzimáticos o no enzimáticos; y se clasifican en endógenos (que se encuentran en el organismo y son sintetizados por las células) y exógenos (ingresan a través de los alimentos que consumimos a diario).

Sistemas de defensa antioxidante

El sistema de defensa antioxidante está constituido por un grupo de sustancias que al estar presente en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este. Como sustrato oxidable se pueden considerar casi todas las moléculas orgánicas o inorgánicas que se encuentran en las células vivas, como proteínas, lípidos, hidratos de carbono y las moléculas de ADN.

La acción del antioxidante es de sacrificio de su propia integridad molecular para evitar alteraciones de moléculas, lípidos, proteínas, ADN, entre otras; funcionalmente vitales o más importantes. Su acción la realizan tanto en medios hidrofílicos como hidrofóbicos. Actúan como eliminadores con el objetivo de mantener el equilibrio prooxidante/antioxidante a favor de estos últimos.

Los antioxidantes exógenos actúan como moléculas suicidas, ya que se oxidan al neutralizar al radical libre, por lo que la reposición de ellos debe ser continua, mediante la ingestión de los nutrientes que los contienen. El antioxidante, al chocar con el radical libre cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico, (Venéreo 2002).

Cuadro 3. Clasificación de los antioxidantes, según origen.

Origen	Acción
1. Exógenos	
Vitamina E	- Neutraliza el oxígeno singlete
	- Captura radicales libres hidroxilo
	-Captura O2
	- Neutraliza peróxidos
Vitamina C	- Neutraliza el oxígeno singlete
	- Captura radicales libres de hidroxilo
	- Captura O2
	- Regenera la forma oxidada de la vitamina E
Betacaroteno	- Neutraliza el oxígeno singlete
Flavonoides, Licopenos	
2. Endógenos	
Enzimáticos:	
Superóxido dismutasa (SOD)	- Cobre, sodio, manganeso
Catalasa (CAT)	- Hierro
Glutación peroxidasa (GPx)	- Selenio
3. No enzimáticos	
Glutación	- Barreras fisiológicas que enfrenta el oxígeno a su paso desde el aire hasta las células
Coenzima Q	

Fuente: Redactor; Venéreo G. J. R. (2002).

Reacciones de deterioro en las que tienen efecto los antioxidantes

Una de las principales causas de deterioro químico de grasas, aceites y alimentos grasos durante su procesado y almacenamiento, es la oxidación de los compuestos lipídicos presentándose como un enranciamiento. Aunque el principal desencadenante es el oxígeno, intervienen otros factores como la luz y la presencia de metales que catalizan las reacciones en cadena iniciadas por los radicales libres. Este enranciamiento desencadena efectos sensoriales negativos y/o tóxicos en el alimento, (Irvine 2006).

°Brix

Los grados Brix (°Brix) equivalen al contenido de azúcar y sólidos solubles en total contenidos en un líquido de cualquier viscosidad, la lectura oscura en un refractómetro está expresando el porcentaje de sólidos solubles. La concentración de sólidos solubles se determina por un refractómetro y será de no más de 18° Brix, Scheitler L. Claus (2003, redactor).

Nitrógeno

El nitrógeno es el componente principal de la atmósfera terrestre (78,1% en volumen), que constituye aproximadamente las cuatro quintas partes del aire atmosférico. También ocupa el 3% de la composición elemental del cuerpo humano, es componente esencial de los aminoácidos y los ácidos nucleicos, vitales para la vida.

Es un gas incoloro, inodoro e insípido no corrosivo extremadamente frío y no inflamable, pero cuando se trabaja con él y los espacios no son ventilados el nitrógeno tiende a desplazar el oxígeno del aire bajando a los niveles de esto por debajo del 19%, afectando a las personas que estén en dicha área hasta el punto de asfixiarse.

El frío que produce el N es de sumo cuidado ya que si la piel u ojos están expuestos al N líquido causa daños cutáneos como los producidos con quemaduras con llamas.

Es de notar que a muy altas temperaturas en unión de ciertos metales forman nitruros, con el Oxígeno forman óxidos y con el Hidrógeno en presencia de catalizadores forma amoníaco.

Del nitrógeno dos grandes propiedades son explotadas:

1. Su baja temperatura en estado líquido (- 196 °C)
2. Su característica de inerte

Aplicaciones

El nitrógeno, (Castillo 2008) posee innumerables aplicaciones y sobre todo basada en sus características. El nitrógeno como gas bajo condición de inerte es utilizado en sistemas eléctricos en la industria química, y en la industria alimenticia en empaquetamiento de alimentos, es usado en las industrias químicas para proteger aceites, vinos para evitar su oxidación, para protección de sistemas en los cuales es probable que existan explosiones usando como gas protector.

El nitrógeno como líquido, aprovechando sus condiciones de refrigerantes es utilizado en las industrias metalmecánicas, industrias de gomas, plásticos, en los transportes frigoríficos, enfriamiento de secciones químicas, en la congelación de alimentos y por último en uso medicinal y veterinario.

Almacenamiento

Este se almacena de dos formas:

1. En estado gaseoso, se almacena en cilindros.
2. En estado líquido, se almacena en tanques criogénicos diseñados especialmente para resguardarlos térmicamente.

Nitrato de plata

El nitrato de plata es una sal inorgánica, cuya fórmula es AgNO_3 . La plata es un metal lustroso de color blanco-grisáceo. Desde el punto de vista químico, es uno de los metales pesados y nobles; desde el punto de vista comercial, es un metal precioso.

La plata se encuentra a niveles menores de $0.000001 \text{ (mg/m}^3\text{)}$ 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 (mgL^{-1}) en sitios donde se encuentran sus fuentes naturales. Los compuestos de plata también se encuentran en aguas subterráneas.

Las sales solubles de plata, especialmente el nitrato de plata (AgNO_3), son letales en concentraciones de hasta 2 g. Los compuestos de plata pueden ser absorbidos lentamente por los tejidos corporales, con la consecuente pigmentación azulada o negruzca de la piel.

Aplicaciones

En la farmacopea de numerosos países el nitrato de plata, junto con la propia plata, se utiliza como antiséptico y desinfectante aplicado por vía tópica. También se utiliza como cauterizante en hemorragias superficiales o para refrescar úlceras encallecidas, López (2007).

La exposición al polvo con niveles relativamente altos de compuestos de plata, como el nitrato de plata o el óxido de plata, puede causar problemas respiratorios, irritación en los pulmones y la garganta así como dolor de estómago. Se han observado estos efectos en los trabajadores de las plantas químicas donde se produce nitrato de plata y óxido de plata. El contacto cutáneo con los compuestos de planta parece causar reacciones alérgicas leves en algunas personas, como salpullido, hinchazón e inflamación. Los médicos y los científicos suponen que los efectos del nitrato de plata observados en los animales serán

muy similares a los que cause en los seres humanos cualquier compuesto de plata.

Martínez (2003), recomienda que la concentración de plata en el agua para beber no exceda 0.10 miligramos por litro de agua (0.10 mg/L) debido a que puede causar la decoloración de la piel.

Ácido salicílico

El AS es un compuesto fenólico derivado del ácido benzoico y esta involucrado en el metabolismo secundario de las plantas. Los fenoles juegan un papel esencial en el crecimiento, desarrollo y en la interacción de la planta con el ambiente y otros organismos. Según Meza (2005), su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas completas son sometidos a algún tipo de estrés ya sea biótico o abiótico. El AS aplicado en forma exógena en concentración de 10^{-2} y 10^{-8} aumentó la biomasa de plantas de soya (Gutiérrez – Coronado *et al.*, 1998) y el rendimiento de trigo (López Tejada *et al.*, 1998); citado por Meza (2005).

El AS es un componente endógeno crucial de resistencia a enfermedades local y sistémica en plantas. Chong *et al.* (2001). Estudios previos han mostrado que el AS es un componente esencial para la resistencia de la planta a patógenos.

Mundo C. (2004) concluyó que en la aplicación foliar el AS 1×10^{-6} fue el producto que mostró mayor efecto en cuanto a producción de planta y tuberización en papa; Rivera F. C (2004) al igual que Eugenio (2003) demostró que la aplicación foliar de AS es favorable para el cultivo en concentraciones 1×10^{-4} M incrementando la producción de tubérculos en papa.

La aplicación de AS también ha mostrado resistencia inducida a ciertos virus y microorganismos como lo menciona Zuluaga, *et al* (2007). La aplicación de AS ha mostrado disminución de los síntomas causados por los virus del Mosaico y

Necrosis del Tabaco TMV y TNV, (White, 1979), y en plantas de tomate tratadas con AS e inoculadas con *Alternaria solani*, se encontró un 83 % menos de lesiones por hoja y una reducción del 77 % en el área foliar afectada (Spletzer y Enyedi 1999).

Aplicado en forma exógena disminuye la susceptibilidad al daño por patógenos o estrés abiótico (Shiratsu *et al.*, 1997). Es probable que actúe como un regulador sobre el balance de oxidación/reducción de las células vegetales e inducir respuestas fisiológicas, morfogénicas y adaptativas en las plantas Benavides, (2002) citado por Sánchez (2004).

Sánchez (2004) comprueba que ácido salicílico aplicado en forma exógena disminuye la susceptibilidad al daño por patógenos o estrés abiótico (Shirasu *et al.*, 1997) y aumenta la tolerancia del fruto al daño por frío (Ding *et al.*, 2002), extendiendo asimismo la vida de almacenamiento (Srivastava y Dwivedi, 2000). Al parecer actúa como un regulador sobre el balance de oxidación/reducción de las células vegetales, induciendo respuestas fisiológicas, morfogénicas y adaptativas en las plantas.

Resendiz, (1999), demostró en una investigación que realizó aplicando AS 10^{-4} , 10^{-6} , 10^{-8} en cebolla midiendo peso fresco, raíz, peso bulbo entre otros, encontrando diferencias significativas para AS 10^{-6} con relación a raíz fue el tratamiento que estimulo su crecimiento y el incremento de peso fresco fue hasta de un 118 %. Mientras que para el bulbo AS 10^{-6} , 10^{-8} estimularon el mejor crecimiento y el incremento en peso fresco fue hasta de 150 % a los 108 días de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del lugar experimental

Ubicación del área de estudio

El experimento se realizó en la UAAAN a 7 Km. al sur de Saltillo, sur de Coahuila, a los 25°22' LN y 101°00' LO, a una altura de 1742 msnm.

Siembra: invernaderos del departamento de Horticultura. Y transplante; invernaderos ubicados en la colonia Kilómetro 6.

Los trabajos realizados fueron en los meses de mayo a principios de septiembre del 2006 en que fue la obtención de las muestras en los diferentes tratamientos en el lugar donde fueron transplantadas y fueron procesadas en el laboratorio de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Condiciones climáticas

El clima está clasificado como tipo BW hw (x') (e) con temperatura media anual de 19.8°C, una precipitación promedio anual de 298.5 mm, y la evaporación total anual es en promedio entre 220 y 250 mm (Mendoza, 1983).

Sistema de riego

Se adaptó al experimento un sistema de riego por goteo por gravedad con cintilla, el cual es utilizado también para la aplicación de la solución nutritiva Douglas y el AgNO_3 . El sistema cuenta con un contenedor con capacidad de 20 L.

Riegos

Estos se realizaron cada tercer día debido a que el sustrato retiene bien la humedad y no permite que se pierda la humedad que rodea la zona radicular de las plantas; esto hasta el transplante.

Material genético

En esta investigación se utilizó como material genético semilla de cebolla (de la variedad *Crystal White Wax*).

Material utilizado

El material utilizado para la propagación fue:

- ❖ Semilla de cebolla de la variedad *Crystal White Wax*.
- ❖ Bolsas de polietileno negras.
- ❖ Peat moss.
- ❖ Cintilla.
- ❖ Contenedores de plástico con capacidad de 20 L.
- ❖ Fertilizante.
- ❖ Ácido Salicílico
- ❖ AgNO_3 (Nitrato de Plata)

En el laboratorio fueron utilizados diferentes reactivos de acuerdo a determinar diferentes propiedades de las muestras con las que se trabajo.

Métodos utilizados

El experimento se realizó mediante dos métodos:

❖ Método 1 :

Aplicación de plata al sustrato ([Ag] 0, 20, 40 y 80 mgL⁻¹) en forma de AgNO₃ y ácido salicílico.

❖ Método 2:

Aplicación de AgNO₃ con atomizador ([Ag] 0, 20 y 40 mgL⁻¹) y ácido salicílico.

MÉTODO 1

Aplicación de plata al sustrato ([Ag] 0, 20, 40 y 80 mgL⁻¹) en forma de AgNO₃ y ácido salicílico.

Se realizó la siembra de las semillas de cebolla en charolas de polietileno de 200 alvéolos para su germinación, utilizando peat moss como sustrato. El transplante se realizó en bolsas de plástico de 40 x 30 cm utilizando como sustrato perlita y en esta etapa se dio inicio a la aplicación de la solución nutritiva.

Se realizó el análisis del bulbo respecto a su contenido de antioxidantes, °Brix y nitrógeno, así como de plata.

Aplicación de la solución Douglas

Esta se aplicó 5 días después del trasplante y cada 7 días, cuando las plantas alcanzaron un mayor desarrollo, el periodo de aplicación se redujo (a los 30 días aprox.) a cada 5 días, para el siguiente mes las aplicaciones fueron a 3 días hasta terminar el proyecto. La solución Douglas fue una mezcla de diferentes tipos de fertilizantes para las plantas. Se aplicaron 250 ml por planta aproximadamente.

Aplicación de nitrato de plata (AgNO_3)

La aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) se realizó mediante la solución nutritiva Douglas a una concentración de [Ag] de 0, 20, 40 y 80 mgL^{-1} , y fue 125 ml de solución por tratamiento de AgNO_3 , cuando las plantas alcanzaron un mayor desarrollo, el periodo de aplicación se redujo (a los 30 días aprox.) a cada 5 días, para el siguiente mes las aplicaciones fueron a 3 días hasta terminar el proyecto.

Aplicación de ácido salicílico

Esta fue de manera foliar mediante aspersion con un atomizador. La concentración utilizada es 10^{-6} M. Se asperjo aproximadamente 5 ml por planta. La aplicación fue simultáneamente a la aplicación de AgNO_3 , por lo que también fue cada semana (cada 7 días) y de igual manera para posteriores aplicaciones.

MÉTODO 2

Aplicación de AgNO_3 con atomizador ([Ag] 0, 20 y 40 mgL^{-1}) y ácido salicílico.

Se realizó para la siembra la misma operación que en el método 1. A partir del trasplante, a las plantas se les proporciono la solución nutritiva y la aplicación de nitrato de plata (AgNO_3) a 0, 20 y 40 mgL^{-1} ; mediante nebulización, (asperjo con atomizador).

Se realizó el análisis del bulbo respecto a su contenido de antioxidantes, °Brix y nitrógeno, así como de plata.

Aplicación de la solución Douglas

Esta se aplico a los 5 días después del trasplante y cada 7 días, cuando las plantas alcancen un mayor desarrollo, el periodo de aplicación fue reducido a 5 días (cuando las plantas cumplieron un mes) y al siguiente mes fue a los 3 días, hasta terminar con dicho proyecto. Y fue una mezcla de diferentes tipos de fertilizantes para las plantas. Y se aplico 250 ml/planta de solución.

Aplicación de AgNO_3

La aplicación se realizó cada 4 días de manera foliar mediante un atomizador. Las concentraciones de Ag (20 y 40 mgL^{-1}) en forma de AgNO_3 se aplicaron diluidas como AgNO_3 1 M; aplicando 125 ml de solución por tratamiento cuando las plantas tuvieron un mes de trasplante se redujo a 3 días las aplicaciones, al siguiente mes a solo 2 días, terminando el proyecto.

Aplicación de ácido salicílico

La concentración a utilizar fue 10^{-6} M. La aplicación es simultáneamente a la aplicación de Ag, aplicando 5 ml/planta por tratamiento, por lo que también fue cada cuatro días.

Descripción de los Tratamientos

Para los testigos se aplicó ácido salicílico; los tratamientos realizados son:

Cuadro 4. Método 1, Testigo 0, 20, 40 y 80 mgL⁻¹ de plata aplicado en el riego; con 4 tratamientos, 3 repeticiones c/u y 3 muestreos.

AgNO ₃ mgL ⁻¹	TRAT.	REP.	M1M1, M1M2, M1M3
Testigo 0	1	1	BULBO HOJA RAIZ
	1	2	BULBO HOJA RAIZ
	1	3	BULBO HOJA RAIZ
AgNO ₃ 20 mgL ⁻¹	2	1	BULBO HOJA RAIZ
	2	2	BULBO HOJA RAIZ
	2	3	BULBO HOJA RAIZ
AgNO ₃ 40 mgL ⁻¹	3	1	BULBO HOJA RAIZ
	3	2	BULBO HOJA RAIZ
	3	3	BULBO HOJA RAIZ
AgNO ₃ 80 mgL ⁻¹	4	1	BULBO HOJA RAIZ
	4	2	BULBO HOJA RAIZ

	4	3	BULBO HOJA RAIZ
--	---	---	-----------------

Cuadro 5. Método 2, el nitrato de plata se aplicó en forma foliar en 0, 20 y 40 mgL⁻¹, con 3 tratamientos, 3 repeticiones y 3 muestreos c/u.

AgNO ₃ mgL ⁻¹	TRAT.	REP.	M2M1, M2M2, M2M3
Testigo 0	1	1	BULBO HOJA RAIZ
	1	2	BULBO HOJA RAIZ
	1	3	BULBO HOJA RAIZ
20 mgL ⁻¹	2	1	BULBO HOJA RAIZ
	2	2	BULBO HOJA RAIZ
	2	3	BULBO HOJA RAIZ
40 mgL ⁻¹	3	1	BULBO HOJA RAIZ
	3	2	BULBO HOJA RAIZ
	3	3	BULBO HOJA RAIZ

Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar utilizando el programa estadístico Statistical, con una comparación de medias de la prueba de Fisher ($P \leq 0.05$).

Variables a evaluar

Antioxidantes, °Brix y nitrógeno se realizaron 3 muestreos con 3 repeticiones cada uno.

Antioxidantes

Las muestras se recolectaron el día del análisis, se identificaron los bulbos con el tratamiento y se llevaron al laboratorio para la determinación. En el laboratorio se seccionaron los bulbos en dos partes iguales, de la parte central del fruto, de ambos lados se tomaron 5 gramos de muestra requerida, se colocaron en un mortero, previamente congelado, al que se le agregan 10 ml de buffer de fosfato con pH 7 se molió vigorosamente, el extracto obtenido se centrifugo a 3000 revoluciones por minuto (rpm) durante 10 min., depositando el líquido obtenido en tubos de ensayo.

La determinación de antioxidantes se hizo mediante en Kit "Total Antioxidant Status Kit Assay" de Calbiochem No. Cat. 615700 (Millar *et al*, 1993) que consta de una solución buffer (de fosfato salino), cromógeno (Metmioglobina y ABTS ®⁻ (catión radical 2,2- Azinobois- (3- etilbenzotiazolin- 6- sulfonato)), sustrato (peróxido de hidrógeno) estabilizado y como estándar se utilizó el análogo de la vitamina E Trolox (6- Hidroxi-2, 5, 7, 8- tetrametil croman-2-ácido carboxílico) con una concentración de 1.5 mM.

Se empleo un espectrofotómetro Loausch & Lamb modelo Espectronic 21 con capacidad máxima de 0 a 2 de absorbancia y resolución de 0.01, capaz de medir absorbancia a 600 nm, celdas de un centímetro de longitud, una centrifuga Sol-bat modelo J-12 con capacidad máxima de 5000 rpm y una resolución de 500, un termo baño María Presión modelo 184 con capacidad máxima de 250 °C y resolución de 25, para controlar la temperatura a 37 °C y una bascula Ohaus modelo Scout con capacidad máxima de 600 g y una resolución de 0.1.

Para realizar el análisis de las muestras se prepararon los tres reactivos incluidos en el kit de la forma siguiente:

Al cromógeno y al sustrato se le agrego 10 ml y 7.5 ml de buffer con pH 7.0 respectivamente, estándar se le agrego 1 ml de agua destilada.

El espectrofotómetro se ajusto a 600 nm y el (H₂O₂) estabilizado y el cromógeno se equilibraron a 37 °C, exactamente 5 minutos antes de utilizar. Primero se preparo un blanco agregando 20 µl de agua desionizada en una celda más de 1 ml de cromógeno, y se leyó la absorbancia inicial (A₀) en ambas celdas. Posteriormente se analizaron los extractos de la cebolla, colocando 20 µl de extracto centrifugado más 1 ml de cromógeno para cada muestra, se mezclaron bien se leyó la absorbancia inicial, después se añadió 200 µl del sustrato (H₂O₂) diluido a cada celda se mezclo muy bien y se tomo el tiempo de inicio simultáneamente. La absorbancia A se midió después de 3 minutos de color.

Para el cálculo de las concentraciones de antioxidantes en las muestras se empleo la concentración del estándar Trolox (1.5 mM) de acuerdo al número de lote del kit empleado. Se determinó el gradiente de Absorbancia (ΔA) para las muestras (ΔA_m), el estándar (ΔA_e) y el blanco (ΔA_b) con la siguiente ecuación:

$$\Delta A = A - A_0$$

Después de cada calculó la capacidad de antioxidante equivalente a Trolox (CAET) en cada muestra empleando la formula siguiente:

$$\text{"CAET"} = \text{Antioxidante Total } (\mu\text{M}) = \frac{(1.5\mu\text{M}) \times [\Delta A \text{ del blanco} - \Delta A \text{ de la muestra}]}{(\Delta A \text{ del blanco} - \Delta A \text{ del estándar})}$$

El resultado de cada muestra se expresó como micromoles de Equivalente Trolox.g⁻¹ de peso fresco de muestra; es decir, µM Trolox / mg de muestra fresca (µMg⁻¹) o µM Equivalente Trolox.

°Brix

Para la determinación de grados Brix se utilizó un refractómetro manual marca Atago N-1E, Brix 0 – 32 %. Se procedió a colocar dos gotas de jugo de la muestra en el espejo del refractómetro, se observó a través de la mirilla y se tomó la lectura. Las lecturas se reportaron como °Brix.

Nitrógeno

Para cuantificar la cantidad de nitrógeno se pesaron 50 mg de muestra seca y molida, la cual se envolvió en papel, se pasó a un matraz Kjeldahl de 100 ml, agregando 4 ml de mezcla digestora y se conectó al aparato Kjeldahl hasta obtener una muestra de color cristalino.

La destilación se realizó con equipo Rapid Still; se pone la muestra en copa de equipo se enjuaga el resultado de la con 1 ml de agua destilada, se adicionó NaOH al 50 % hasta la mitad del nivel de copa de dicho equipo y se recibe de 80 ml de destilado en un vaso de 30 ml de ácido bórico al 2.2 % y 5 gotas de indicador mixto. Se titula con ácido sulfúrico al 0.025 N y finalmente se toma la lectura cuando el color vire de azul a rojo, (A. O. A. C., 1980).

Se realizaron los cálculos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{(\text{ml. Gasto de muestra} - \text{ml de blanco}) (\text{Normalidad del ácido}) (0.014)}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en este trabajo de investigación fueron analizados para cada método tres muestreos para cada una de las variables.

°Brix

Cuadro 6. Concentración de medias por tratamiento de los tres muestreos para °Brix en cebolla, para el método 1.

Tratamientos	°Brix
0	5.34 _b
20	6.68 _{ab}
40	7.13 _a
80	5.87 _{ab}

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

De acuerdo al ANVA para el método 1, los tratamientos demostraron diferencias significativas ($P < 0.05$); mostrando que el tratamiento con mayor concentración fue el de 40 mgL^{-1} de AgNO_3 ; obteniendo la más alta concentración de °Brix comparado con el testigo habiendo una diferencia entre tratamientos de 1.79, (Cuadro 6), siguiendo el tratamiento de 20 mgL^{-1} , posteriormente el de 80 mgL^{-1} .

Cuadro 7. Concentración de medias por tratamiento de los tres muestreos para °Brix en cebolla, método 2.

Tratamiento	Brix
0	5.18 _a
20	5.45 _a
40	5.00 _a

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

Para el caso del método 2 en la comparación de medias (Cuadro 7), no hubo diferencias estadísticas significativas todos los tratamientos fueron similares aunque si hubo diferencias numéricas, el que presentó una mejor concentración de °Brix fue el tratamiento de 20 mgL^{-1} de AgNO_3 con una diferencia de 0.45 comparado con el tratamiento 40 mgL^{-1} , que presento mínimas cantidades de concentración en °Brix.

Para la variable °Brix en bulbos de cebolla, para los 2 métodos se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Estas pueden haber sido por que la aplicación del AgNO_3 fue para el primer método vía riego y para el método dos vía foliar tomando en cuenta que la aplicación vía riego de inmediato entra en contacto con bulbo-raíz el líquido aplicado; y para la aplicación foliar tarda un poco más el líquido en llegar al bulbo-raíz y pueden existir pérdidas. Como se muestra en los métodos de aplicación de AgNO_3 hay diferente respuesta a los tratamientos dependiendo de la vía de aplicación, es decir existe una mejor respuesta del cultivo con la aplicación vía riego.

En la figura 1, se observan los niveles de °Brix en método 1 para cada tratamiento y recalando el tratamiento de 40 mgL^{-1} presenta la mayor concentración de °Brix; comparada con el testigo que presento la mínima cantidad y con los diferentes tratamientos que también presentan cantidades menores.

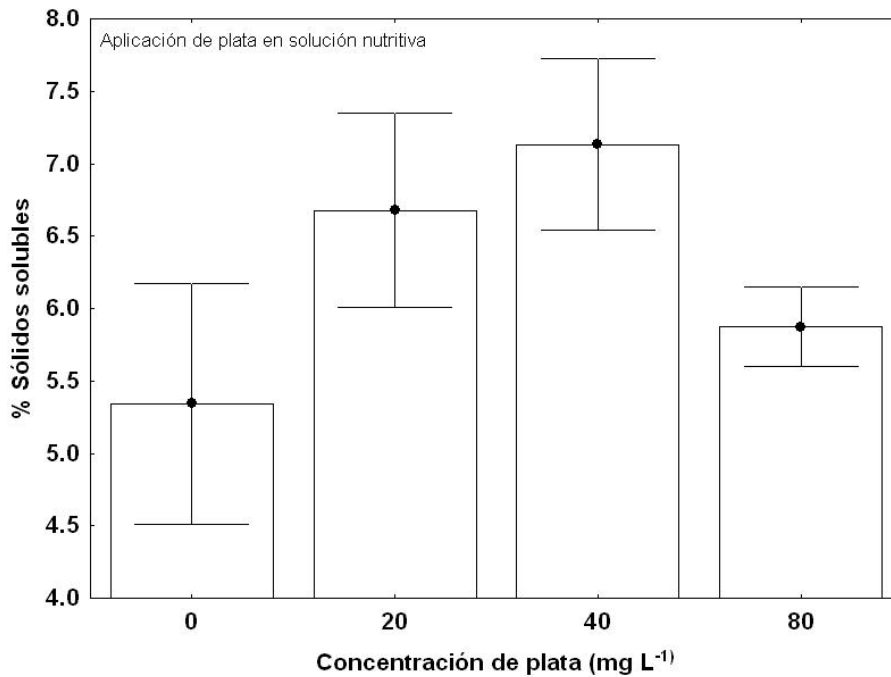


Figura 1. Concentración de Sólidos Solubles (°Brix) en cebolla para método 1.

Las diferencias encontradas entre tratamientos difieren a lo reportado por Maldonado G. A. (2006), que concluyó que la aplicación de ácido salicílico (1×10^{-4} Molar) ejerce un efecto positivo sobre dicha variable aunque estadísticamente distinto al testigo (solo aplico agua) en una investigación donde además de AS utilizo dos fuentes de carbohidratos, donde obtuvo mayor °Brix en el tratamiento donde se aplico sacarosa 1 % más AS 10^{-4} . Presento más concentración de °Brix en el tercer muestreo pero donde además se aplico sacarosa que este pudo haber ayudado a una mejor concentración de °Brix siendo que la aplicación de AS fue menor la concentración.

A si mismo la diferencia entre tratamientos confirma lo reportado por Morales (2003). Donde realizó una investigación con cebolla de días cortos temporada 2002-2003 con el objeto de evaluar el comportamiento productivo, parámetros de calidad a la cosecha entre otros en tres épocas. Reportando para sólidos solubles (°Brix) que se realizó en el ultimo muestreo para la comercialización no encontró diferencias significativas entre los cultivares de

cebolla presentando valores entre 7.7 y 8.7 °Brix en la primera época, 8.4 y 9.2 en la segunda y 8.8 y 10 °Brix en la tercera; en este trabajo se realizaron las fertilizaciones de acuerdo al cultivo (no se aplicó algo en especial) evaluándose algunos parámetros de calidad para su comercialización.

Figuroa, *et al* (2001), en un trabajo de investigación realizado en rosas con el objetivo de estudiar los efectos fisiológicos de distintos compuestos empleados como preservantes de tallos florales que inciden en la calidad de postcosecha de rosas reportó que para las rosas con pre tratamiento de Nitrato de Plata al 1 gL⁻¹ provocó una disminución de azúcares en pétalos.

Antioxidantes

Cuadro 8. Concentración de medias para determinación de la capacidad antioxidante total en bulbos de cebolla para el método 1, en los tres muestreos.

Tratamientos	μMol Equivalente Trolox mg ⁻¹
0	0.27 _b
20	0.28 _b
40	0.28 _b
80	0.30 _a

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher (P<0.05).

De acuerdo con los resultados arrojados por el ANVA para la capacidad antioxidante en el método 1 no hay diferencias significativas aunque sí numéricas; en el tratamiento de 80 mgL⁻¹ presentó los niveles más altos comparado con los tratamientos 0, 20 y 40 mgL⁻¹ que fueron tratamientos con cantidades iguales.

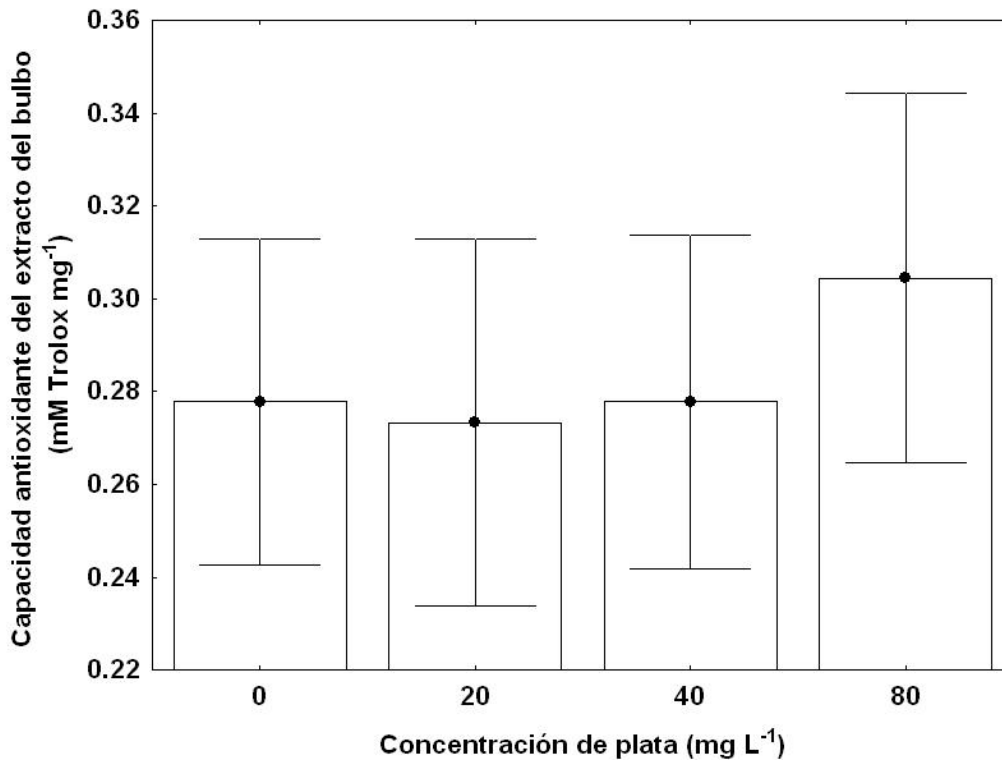


Figura 2. Efecto del Nitrato de Plata (Método 1) para la capacidad antioxidante en bulbos de cebolla.

En la figura 2, se muestran las cantidades de antioxidantes presentándose la mayor concentración en el tratamiento de 80 mgL⁻¹.

Cuadro 9. Comparación de medias para la determinar la capacidad antioxidante del extracto del bulbo para método 2, en tres muestreos.

TRAT.	$\mu\text{Mol Equivalente Trolox mg}^{-1}$
0	0.24 _a
20	0.26 _a
40	0.26 _a

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

Para el método 2 los datos arrojados por el ANVA no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ya que para 20 y 40 mgL⁻¹ son numéricamente iguales y para el testigo existe una pequeña diferencia de 0.02.

Los datos anteriores concuerdan con lo reportado por Pineda, A. *et al* 1999. Realizando investigaciones con los extractos de vegetales frescos (col, lechuga, tomate y cebolla), encontrando diferentes valores de capacidad antioxidante total entre ellos. Los resultados muestran que la capacidad antioxidante total del extracto hidrosoluble es siempre mayor que la liposoluble en los alimentos probados, lo cual se esperaba ya que el Total Radical-Trapping Parameter TRAP (técnica o método para evaluación antioxidantes) es un sistema hidrosoluble.

El orden de eficiencia antioxidante de los extractos de alimentos contra los radicales generados en fase hidrofílica es el siguiente:

Col>lechuga>cebolla=tomate. El tomate tiene el menor valor de TRAP, a pesar de tener grandes cantidades de licopeno. El tomate tiene mayor efecto protector sobre los radicales generados en fase lipofílica, que sobre los generados en fase hidrofílica, lo cual era de esperar por su alto contenido de antioxidantes lipofílicos (como licopeno, beta-caroteno y luteína) y estos son los más efectivos en el atrapamiento de radicales lipofílicos.

Y como se observó la cebolla queda en los niveles más bajos en capacidad antioxidante; aunque estos niveles son bajos, los antioxidantes que presenta son algunos de mayor beneficio ya que los flavonoides presentes combaten a los radicales libres altamente reactivos.

El uso de 2 sistemas diferentes para la determinación de antioxidantes, hidrofílico y lipofílico, ofrece una completa información sobre la actividad antioxidante de los antioxidantes naturales presentes en los alimentos, aunque estos disminuyen al industrializar la fuente donde se encuentran.

Lo encontrado en el presente trabajo concuerda con lo realizado por Lorena R. *et al* (2004), realizando una determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas tratadas térmicamente, concluyó que los

flavonoides presentaron mayor actividad antioxidante en estado fresco, disminuyendo al ser sometidos a los distintos tipos de calor (cocción); y concluyendo que para cebolla la capacidad antioxidante en cebollas frescas fue de 0,223 μM Equivalente Trolox, siendo la menor actividad en las tratadas por hervido (0,146 μM Equivalente Trolox) y vapor (0,151 μM Equivalente Trolox), diferenciándose de otras muestras; con hervido y vapor presentaron niveles menores de capacidad antioxidante. La cebolla se puede comparar con la manzana que fue la que presento menores niveles de capacidad antioxidante. En esta investigación la cebolla conservo sus flavonoides (antioxidantes) mejor que las otras muestras utilizadas para el respectivo trabajo.

Nitrógeno

Cuadro 10. Comparación de la prueba de medias de nitrógeno en bulbo de cebolla para el método 1, en tres muestreos.

Tratamientos 1	% de nitrógeno en bulbo
0	1.37 _a
20	1.07 _a
40	1.14 _a
80	1.23 _a

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

De acuerdo a los datos arrojado por el ANVA no se observa diferencia significativas entre los tratamientos pero si diferencia numérica donde podemos observar que el tratamiento con la más alta concentración fue el testigo (0) con una diferencia de 0.14 comparado con el de 80 mgL^{-1} que es el tratamiento siguiente en cuanto a % de nitrógeno, posteriormente 40 mgL^{-1} y por último el de 20 mgL^{-1} presentando el porcentaje menor en concentración de nitrógeno.

Cuadro 11. Comparación de medias de nitrógeno en hoja, método 1, en tres muestreos.

Tratamientos	% de nitrógeno en Hoja
0	1.23 _a
20	1.22 _a
40	1.55 _a
80	1.24 _a

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

Para la comparación de medias de acuerdo al ANVA no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, pero si encontrando diferencias numéricas considerando así que el mejor tratamiento en nitrógeno para hoja fue el de 40 mgL^{-1} con una diferencia aproximada de 0.30 comparado con el tratamiento 20 mgL^{-1} que presentó menores porcentajes de N.

Cuadro 12. Comparación de medias de nitrógeno en bulbo para el método 2, en tres muestreos.

Tratamientos	% de nitrógeno en bulbo
0	1.60 _a
20	1.00 _b
40	1.47 _{ab}

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

De acuerdo a los datos arrojados por el ANVA para la comparación de medias en el método 2 encontramos que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos. En el testigo se encontró la mayor concentración comparado con el de 20 mgL^{-1} que fue el tratamiento que presentó el porcentaje mínimo de nitrógeno y por último el de 40 mgL^{-1} .

Cuadro 13. Comparación de medias de nitrógeno en hoja para método 2, en tres muestreos.

Tratamientos	% de nitrógeno en Hoja
0	1.70 _a
20	1.35 _a
40	1.25 _a

Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Prueba de Fisher ($P < 0.05$).

Para la comparación de medias en hoja para el método 2, de acuerdo al ANVA no se encontraron diferencias estadísticas, pero si diferencias numéricas señalando que el tratamiento 0 (testigo) fue el mejor en presentar un % más alto de nitrógeno comparado con los otros tratamientos.

De acuerdo al ANVA para el método 2, no es recomendable aplicar AgNO_3 para la obtención de nitrógeno en cebolla porque no hay respuesta positiva entre tratamientos bajo ninguna dosis de AgNO_3 . Lo anterior pudo haber sido por la forma de aplicación del AgNO_3 que en este método la aplicación en vía foliar aún que en hoja tampoco presento un porcentaje significativo siendo esta la que estuvo en contacto con las aplicaciones de AgNO_3 .

Es decir la aplicación de nitrato de plata inhibe la acumulación de nitrógeno en bulbo y hoja, en los métodos de aplicación.

En las siguientes figuras se muestran los resultados del porcentaje de nitrógeno obtenido en raíz con los diferentes tratamientos que se aplicaron.

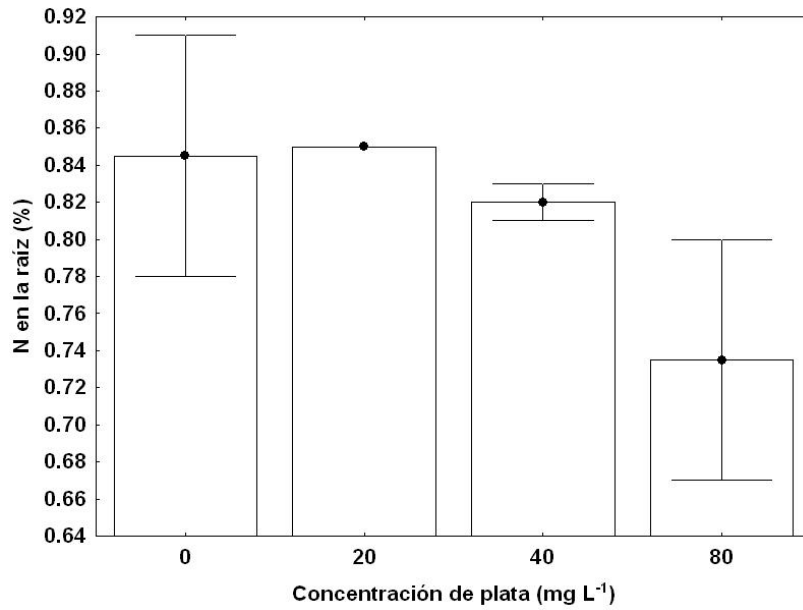


Figura 3. Efecto del Nitrato de Plata (Método 1) en el contenido de N en la raíz.

En la figura 3, se puede observar la concentración de nitrógeno en raíz, en los tratamientos en los cuales se presentó un porcentaje alto de nitrógeno, siendo el más sobresaliente el tratamiento de 20 mgL⁻¹ comparado con los otros tratamientos, siguiendo en orden ascendente el tratamiento de 0 (testigo), el de 40 mgL⁻¹ y por último el de 80 mgL⁻¹ este último siendo el que presentó la cantidad más pequeña del porcentaje de nitrógeno.

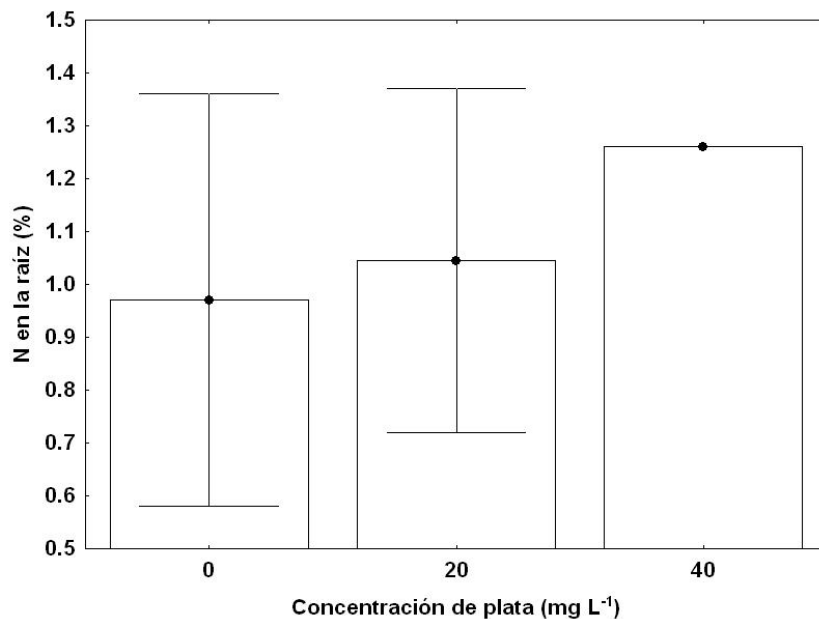


Figura 4. Efecto del nitrato de plata (Método 2) en el contenido de N en la raíz.

En la figura 4, se presentan los porcentajes de nitrógeno de los diferentes tratamientos realizados en raíz. Se observa para el tratamiento de 40 mgL⁻¹ el más alto porcentaje de nitrógeno con respecto a los otros tratamientos, el tratamiento 0 (testigo) presentó el resultado mínimo de nitrógeno.

Esto significa que existe un mejor porcentaje de nitrógeno en raíz para los dos métodos que para bulbo y hoja.

Los datos reportados en este trabajo no concuerdan con lo reportado por Gaviola de Hares, S. (1996) en una investigación que realizó en cebolla (*Southport White Globe*) destinada a la deshidratación reportando los niveles de N 2.56 %, más altos que lo reportado para este trabajo; lo que puede intervenir en dichos datos puede ser la diferencia de variedad y los métodos de cultivo.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados del presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

La aplicación de AgNO_3 modifica el valor nutrimental de los bulbos de cebolla incrementando la concentración °brix, y la concentración de nitrógeno se reduce expresadas como nitrógeno total.

Por lo tanto la aplicación de AgNO_3 en forma de riego si modifica el valor nutrimental de cebolla en los métodos y tratamientos descritos a continuación.

- ❖ Con relación a °Brix las concentraciones fueron mayores para el método 1; mientras que para el método 2 las concentraciones fueron menores. Resultando que el método 1 es mejor para la concentración de °Brix bajo la concentración de 40 mgL^{-1} de AgNO_3 .
- ❖ Con respecto a la capacidad antioxidante en los métodos aplicados las mejores concentraciones fueron para el método 1 siendo este el que presento diferencias estadísticas comparado con el método 2; para esto se puede afirmar que el método 1 es apropiado para obtener antioxidantes mediante bulbos de cebolla.
- ❖ En cuanto a los parámetros de nitrógeno para los dos métodos de aplicación de AgNO_3 no fueron significativos, ya que los mayores porcentajes en método 1 se encontraron en el testigo para bulbo mientras que en el tratamiento 40 mgL^{-1} para hoja y para el método 2 los valores más altos fueron para el testigo tanto para bulbo como hoja; por lo tanto la aplicación de nitrato de plata inhibe la acumulación de nitrógeno en bulbo y hoja; pero esto no fue igual para raíz ya que en esta variable los resultados para los dos métodos fueron significativas.

Bibliografía Consultada

Castillo T. J. L. 2008, redactor, disponible en Internet

<http://www.oxicar.net/productos/nitrogeno1.html>

Galmini R. Claudio. 2005. La cebolla como un alimento funcional, Revista Pilquen, sección agronómica, Año VII, No.7. Argentina. Pp. 2

Gaviola de Heras, Silvia. 1996. Influencia de la fertilización y el riego sobre aspectos cuali-cuantitativos de la reproducción de cebolla (*Allium cepa* L.) para la industria del deshidratado. INTA, Mendoza, Argentina.

Fennema, Owen R., Química de los alimentos, Ed. Acribia, S.A. 2ª ed., Zaragoza, España, 2000. pp. 1055.

Figuroa I. et al, 2001. Cambios fisiológicos en postcosecha de dos cultivares de rosas con diferentes duraciones en florero. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción Casilla. Chillán, Chile. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México, pp. 217.

González Irune. 2006. Biomoléculas y Nuevos Alimentos de AZTI-Tecnalia. (Redactor).

Haro G. Ana, Dra. 2007, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.

Universidad de Granada. Disponible:

<http://bdigital.uncu.edu.ar/bdigital/fichas.php?idobjeto=586>

Juan T. Copan 1999. En Internet:

http://www.dsalud.com/alimentacion_numero90.htm

López T, R. et al 1989. Sonora. www.chapingo.mx/terra/contenido/16/1/art43-48.pdf

Maldonado G. A. 2000. Efecto de la aplicación foliar de carbohidratos y ácido salicílico sobre el crecimiento de plantas de cebolla. Tesis Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coah. México. Pp. 42.

- Martínez C. M. A.** 2003. Comparación de la eficiencia y seguridad del uso del nitrato de plata en las perforaciones de la membrana timpánica con estudios publicados. Centro Médico Nacional "Manuel A. Camacho. Puebla, Pue. México. Pp. 11-14.
- Meza R. J. J.** 2005. Efectos del Ácido Salicílico y Benzoico en el contenido de Minerales en papa (*Solanum tuberosum L.*) Var. Gigant. Tesis, Licenciatura, UAAAN, Saltillo Coah., México.
- Millán R. Fco.** *Et al.* 2005 (publicado). Dpto. de Fisiología y Tecnología de productos vegetales. Instituto de la Grasa. AgroCSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) Sevilla. Disponible en Internet:
https://digital.csic.es/bitstream/10261/5751/1/IG_AGROCSIC_3.pdf
- Morales A. Carmen G.** 2003, Evaluación del comportamiento de seis cultivares de cebollas (*allium cepa* L.) para cosecha temprana en villa alegre- vii región. Universidad de Talca. Chile. Disponible en Internet:
<http://dspace.otalca.cl/retrieve/2445/CMoralesA.pdf>
- Morales Caballero L.** (apuntes actualizados 2002).
- Mundo C, S.** 2004. Efecto de la aplicación Foliar de Ácido Salicílico en la producción de papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Gigant. Tesis Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coah. México.
- Pineda A. D.** *et al.* 1999. Capacidad antioxidante y potencial de sinergismo entre los principales constituyentes antioxidantes de algunos alimentos. Rev. Cubana Aliment. Nutr. 1999. Disponible en Internet:
http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol13_2_99/ali04299.htm
- Productores de hortalizas,** Cebolla; propiedades y manejo, Productores de Hortalizas (revista), año 15, No. 4, Abril 2006, p. 20.

- R. Lorena et al,** 2004. Determinación de la capacidad antioxidante de flavonoides en frutas y verduras frescas y tratadas térmicamente. Universidad de Sevilla. España. Disponible en Internet:
http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-1/determinacion_capacidad_antioxidante_flavonoides_frutas_verduras.asp
- Rivera F, C.** 2004. Evaluación del efecto de los ácidos Salicílico y Benzoico sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Gigant. Tesis Licenciatura, UAAAN, Saltillo, Coah. México. Pp.
- Sánchez Ch. D.** 2004. Aplicación exógena de inductores de tolerancia y su efecto en la actividad enzimática antioxidante en frutos de tomate (*lycopersicon esculentum mill*). Tesis Maestría. UAAAN. Coah. México. Pp. 7.
- Scheitler L. Claus.** 2003, redactor; disponible en Internet:
<http://www.scheitler.com.ar/Novedades/ListaDatosUtiles.aspx?IdDatoUtil=163>
- Venéreo G. J. R. 2002.** Instituto Superior de Medicina Militar. La Habana, Cuba. Disponible en Internet:
http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_2_02/MIL09202.htm
- Vidal N. A. et al.** Revista Brasileira de Ciencias Farmacéuticas *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* vol. 37, n. 3, 2001. Disponible en Internet:
<http://www.rbcf.usp.br/Edicoes/Volumes/V37N3/PDF/v37n3p373-382.pdf>
- William H. 1980,** Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, DC. Pág. 125.
- Zuluaga A. C. et al,** 2007. En Internet:
Colombia.http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472007000200004&lng=en&nrm=iso

Sitios web consultados:

<http://www.alimentatec.com/muestrapaginas.asp?nodo1=0&nodo2=&idcontenido=552&content=17>

http://www.clinicabiblica.com/nutrivida/nutrivida_cebolla.php

<http://www.inha.sld.cu/Documentos/Antioxidantes.ppt>

<http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/cebolla/intro.php>

<http://www.recetas-faciles.com/alimentos/Cebolla.htm> 14 de Agosto de 2008

<http://revista.consumer.es/>

<http://www.euroresidentes.com/Alimentos/cebolla.htm>

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/Informaciones/novedades/cebolla.htm>

<http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla>.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Antioxidante>; **actualizada Agosto 2008**

<http://www.botanical-online.com/medicinalsantioxidantes.htm>

<http://www.consumaseguridad.com/ciencia-y-tecnologia/2008/05/07/176669.php>.

<http://quimicayciencias.cjb.net>

<http://www.tabaquismo.freehosting.net/RADICALES/Antioxidantes.htm>