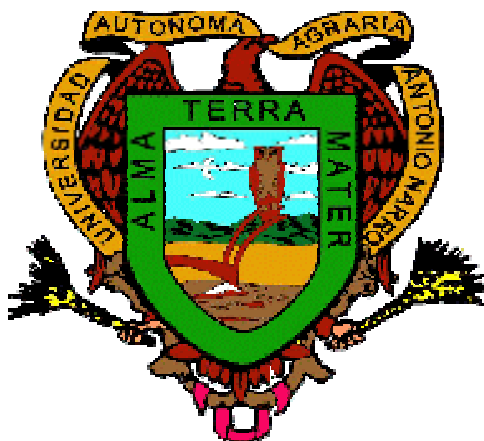


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**Efecto del Ácido Salicílico Sobre la Biomasa de Plántulas de Lechuga
(*Lactuca sativa* L.) Sometidas a Estrés Hídrico**

Por

MARCELINO HERNÁNDEZ REYNA

TESIS

**Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo Coahuila, México

Abril del 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Efecto del Ácido Salicílico Sobre la Biomasa de Plántulas de Lechuga
(*Lactuca Sativa*. L) Sometidas a Estrés Hídrico**

POR:

MARCELINO HERNÁNDEZ REYNA

TESIS

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza.
Asesor Principal.**

**M.C. Víctor M. Reyes Salas.
Asesor**

**M.C. Alberto Sandoval Rangel.
Asesor.**

**Ing. Mario E. Reyes Martínez
Asesor Externo**

**M.C. Reynaldo Alonso Velasco.
Coordinador de la División de Agronomía.**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2001.

AGRADECIMIENTOS

A mi **Dios** por permitirme ser.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza asesor principal de esta tesis, por permitirme trabajar dentro de sus proyectos y por su dedicación en la elaboración de la presente.

A mis asesores; M.C. Víctor M. Reyes Salas y M.C. Alberto Sandoval Rangel por sus punto de vista aportados en el presente trabajo.

A la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”, por permitirme formarme como profesionista.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

ERNESTINA REYNA ESCALON.

ALEJO HERNÁNDEZ PUENTE.
Por su amor y respeto hacia lo que elegí ser.

A MIS HERMANOS

Alejandro.
Luis Rey (Worm).
Guadalupe.
Esperanza.
Rosálfa.

A MIS SOBRINOS Y SU MAMI

Luis.
El Coco.
La Bola.
Por poner a prueba mi paciencia.

A MIS CUATES

Muerto. (Emilio)
Mario (Gracias Carnal).
La Paleta. (Edgar)
Julio.
El Tijuana. (Juan)

Y a todos mis demás familiares, y gente que siempre me ha apoyado.

Gracias

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
INDICE DE CUADROS.	vi
INDICE DE FIGURAS.	vii
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen.....	3
Clasificación taxonómica.....	4
Características Botánicas y Taxonómicas.....	5
Raíz.....	5
Tallo.....	5
Hoja.....	6
Flor.....	6
Semilla.....	6
CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS.....	7
Altitud.....	7
Latitud.....	7
Temperatura.....	7
Luz.....	8
Suelo.....	8
ACIDO SALICILICO.....	8
MATERIALES Y METODOS.....	11
Ubicación Geográfica.....	11
Siembra.....	11
Muestreos.....	13
Análisis de Biomasa.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

INDICE DE CUADROS

	Pag.
CUADRO 1. Valores promedio de los diferentes pesos obtenidos correspondientes al primero, segundo y tercer muestreo.....	17

INDICE DE FIGURAS.

	Pag.
FIGURA 1. Promedio y error estándar para el peso fresco total de plántulas de lechuga.....	14
FIRGURA 2. Promedio y error estándar para el peso seco total de plántulas de lechuga.....	15

INTRODUCCIÓN

El estrés ambiental en las plantas da lugar a la activación de respuestas de adaptación defensa. Entre estas respuestas defensivas se encuentra la inducción de la vía de los fenilpropanoides la cual, entre otros compuestos, genera ácido salicílico (AS) y sus derivados. Se sabe que el AS es un compuesto aromático que en las plantas juega un papel importante en la señalización celular local de la patogénesis, y que parece participar así mismo en el proceso de señalización de estrés abiótico. La aplicación de AS en celulares de soya incrementa la resistencia a daños por herbicidas, mientras que la aplicación foliar de AS en plántulas de *sinapis alba* dio lugar a un aumento transitorio en la tolerancia a la temperatura alta.

Se sabe que la concentración de ácido salicílico se incrementa cuando las plantas son sometidas a condiciones de estrés, por lo que se supone que participa activamente en las respuestas de adaptación en ambientes extremos.

El objetivo de este trabajo es el siguiente:

Objetivo.

Estudiar la respuesta de las plantas de lechuga sometidas a ciclos de estrés hídrico y recuperación al aplicarles ácido salicílico foliar.

Hipótesis

La aplicación foliar de ácido salicílico en plantas de lechuga determinará una mayor tasa de recuperación después de un estrés hídrico.

REVISIÓN DE LITERATURA

La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja. Los sistemas producción de lechuga en México son sencillos, pudiendo encontrar diferentes tipos y cultivares.

En México la lechuga se puede explotar durante todo el año y se reporta una superficie sembrada de 4000 ha, siendo Jalisco, Baja California Norte, y San Luis Potosí los principales estados productores.

Origen.

El origen de la lechuga es bastante antiguo, ya que existen pinturas que representan a esta hortaliza en una tumba de Egipto que data del año 4500 a de C. Vavilov (1951) menciona que esta hortaliza procede de Asia Menor.

CLASIFICACION TAXONOMICA

DIVISIÓN: Embriophita siphonogama

SUB.DIVISIÓN: Angiosperma

CLASE: Dicotiledoneae

ORDEN: Asteras

FAMILIA: Compositae

GENERO: Lactuca

ESPECIE: sativa

NOMBRE COMUN: Lechuga

VAR. BOTÁNICA: Capitata cabeza

Longifolia Romana o cos

Crespa Hoja

Asparagina Tallo.

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y TAXONOMICAS.

La lechuga es una planta herbacea anual que cuando joven contiene un jugo lechoso llamado látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta.
(Valadez, 1996)

Raíz.

Las raíces de la planta de lechuga son fibrosas ramificadas, lactosas y superficiales. Tiene una raíz pivotante fuente que se desarrolla rápidamente.
(Valadez, 1996)

Tallo.

Su tallo es pequeño comúnmente de 10 a 15 centímetros de largo. En un principio, cubierto enteramente por hojas, pero en épocas de fluoración, se desarrolla y alcanza alturas de 50 centímetros hasta un metro o a veces más.
(Lerena, 1975)

Hoja.

Son de varias formas, tamaño y color según la variedad. Las hojas de lechuga son lisas, sin pecíolo (sesiles); el extremo puede ser redondeado o rizado. Su color va del verde amarillo hasta morado claro.

Flor.

La inflorescencia es una panícula. Las flores individuales son perfectas, con 5 estambres, y un ovario de una sola cavidad comúnmente son auto polinizadas (Valadez, 1983).

Semilla.

Esta es picuda y plana, de color negro, blanco, amarillo o gris, según la variedad. Esta semilla botánicamente es un fruto.

CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDAFICAS.

Altitud.

La lechuga se desarrolla desde una altitud de 1 metro hasta 2200 msnm, son plantas que se adaptan principalmente a los climas templados aunque también prosperan en climas cálido y fríos.

Latitud.

La lechuga es una hortaliza que presenta un gran numero de variedades conocidas como de primavera, verano, otoño y variedades de invierno, por lo tanto, se puede cultivar en cualquier clima y época de año.

Temperatura.

Para el desarrollo de cabezas firmes y sólidas son necesarias temperaturas nocturnas uniformes frescas, de 7.2 a 10 grados centígrados, combinados con temperaturas en días soleados, uniformemente frescas, de 12.8 a 26.7 grados centígrados (Edmond, 1954).

Luz.

En cuanto a intensidad, Guenco, (1983) Menciona que estas plantas exigen mucha luz, pues se ha comprobado, que la escasez de esta provoca que las hojas sean delgadas.

Suelo.

Valadez, (1996) menciona que la adaptación de esta hortaliza a diferentes tipos de suelo es muy amplia, reportándose desde arenosos hasta arcillosos, contemplando también los orgánicos.

Ácido Salicílico.

El ácido salicílico (AS) es muy conocido gracias al extenso uso clínico de la aspirina o ácido acetilsalicílico. El nombre de ácido salicílico proviene de *Salix*, el árbol cuyas hojas y corteza tradicionalmente se utilizaban como cura para el dolor y fiebre, y de donde Johann Buchner en 1828 aisló la salicina. En 1874 se inició la producción comercial de AS en Alemania, mientras que el nombre comercial de aspirina, aplicado al ácido acetilsalicílico fue introducido en 1898 por la Bayer Company (Raskin, 1992)

El AS pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como fenólicos. En las plantas los compuestos fenólicos, relacionados con el llamado metabolismo secundario, están involucrados en gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. En particular diferentes estudios muestran la importancia de AS en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas (Raskin, 1992)

El AS se ha encontrado en todos los tejidos de las especies que han sido analizadas. Algunas especies de importancia económica como la soya, arroz y cebada contienen hasta $1\mu\text{g g}^{-1}$ de peso fresco (Raskin, 1992).

El AS aplicado de forma exógena en concentración de 10^{-2} a 10^{-8} M aumentó la biomasa de plantas de soya (Gutiérrez-Coronado et al. , 1998), el rendimiento de trigo (López Tejeda et al., 1998).

Además de los anteriores resultados acerca de cómo el AS interviene modificando diferentes actividades fisiológicas y del desarrollo, existe otra vertiente de trabajo experimental acerca del papel del AS en las respuestas celulares relacionadas con el daño oxidativo, respuesta bioquímica que parece ser un factor común en las plantas sometidas a diversos tipos de estrés.

La aplicación foliar de AS en concentraciones de 10 a 100 μM aumentó la tolerancia al choque térmico (55°C por 1.5 h) en plántulas de *Sinapsis alba*. Esta respuesta fue análoga a la obtenida con un tratamiento de aclimatación a 45°C previa al choque térmico. Ambos tratamientos indujeron un aumento transitorio en la concentración endógena de H_2O_2 , seguida de una caída en la concentración del mismo debajo del testigo, así como disminución en la actividad de catalasa (Dat et al., 1998). López-Delgado et al. (1998)

obtuvieron igualmente termotolerancia en microplantas de papa desarrolladas en medio de cultivo con ácido acetilsalicílico en concentración de 10^{-6} a 10^{-5} M. Al parecer parte del efecto protector del AS se relaciona con su capacidad para inducir la expresión de las proteínas de choque térmico en las células vegetales, hecho demostrado en cultivos celulares de tomate por Cronjé y Bornman (1999).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo Octubre-Diciembre del 2000. El diseño experimental utilizado fue el de completamente al azar con tres repeticiones.

Ubicación geográfica.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se encuentra ubicada en la localidad de Buenavista Saltillo, Coah; situándose entre los 25° 22'' latitud norte y 100° 05'' 5'' longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm, presentando una precipitación pluvial media anual promedio de 298.5 mm y una temperatura media anual de 19.8° centígrados.

Siembra.

Para esta actividad se utilizaron 9 charolas de poliestireno, estas se llenaron con sustrato peat moss (Premier Horticulture No. 3) y se colocaron 2 semillas por cavidad, al terminar la siembra se regaron, se apilaron y por ultimo se cubrieron con un plástico para acelerar germinación.

Una vez emergidas las plantas se colocaron en una cama flotante con solución nutritiva Douglas. Transcurridos 30 días después de la siembra se

aplicaron por única vez y por vía foliar, con un atomizador, soluciones acuosas de ácido salicílico, con concentraciones de 10^{-3} y 10^{-4} molar. Como testigo se utilizó agua destilada.

Cinco días después de la aplicación del ácido salicílico se llevo a cabo un muestreo de plántulas para determinar biomasa fresca y seca. Se llevó entonces a las plantas a una condición de estrés hídrico. Esta consistió en someterlas a una carencia de agua hasta el punto en que se observó marchitamiento irreversible en plántulas de todas las charolas. Llegado a ese punto fueron retornadas a la cama flotante.

Cinco días después se realizo el segundo muestreo de plántulas para determinar biomasa. El ciclo de estrés y recuperación consistió en obtener dos episodios de estrés y tres muestreos de biomasa.

MUESTREOS

Análisis de Biomasa.

Se extrajeron 3 plantas por tratamiento y repetición, cada muestra se colocó en una bolsa, se marcaron y se llevaron al laboratorio para determinar el peso fresco, se procedió a lavar perfectamente las raíces de cada una de las plantas hasta que quedaron completamente libres de sustrato.

Posteriormente se pesó en una balanza analítica, planta por planta de cada tratamiento y al mismo tiempo se separó la raíz de la parte aérea para pesarlos por separado.

Ya determinados los pesos frescos, de la parte aérea y raíz, las plantas se colocaron por separado en una bolsa de papel para secarlas en una estufa a 60° C, para así determinar los pesos secos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo con una sola aplicación de ácido salicílico a 30 días después de la siembra no se detectaron diferencias significativas entre las plántulas tratadas y las no tratadas tal y como se muestra en las Figuras 1 y 2.

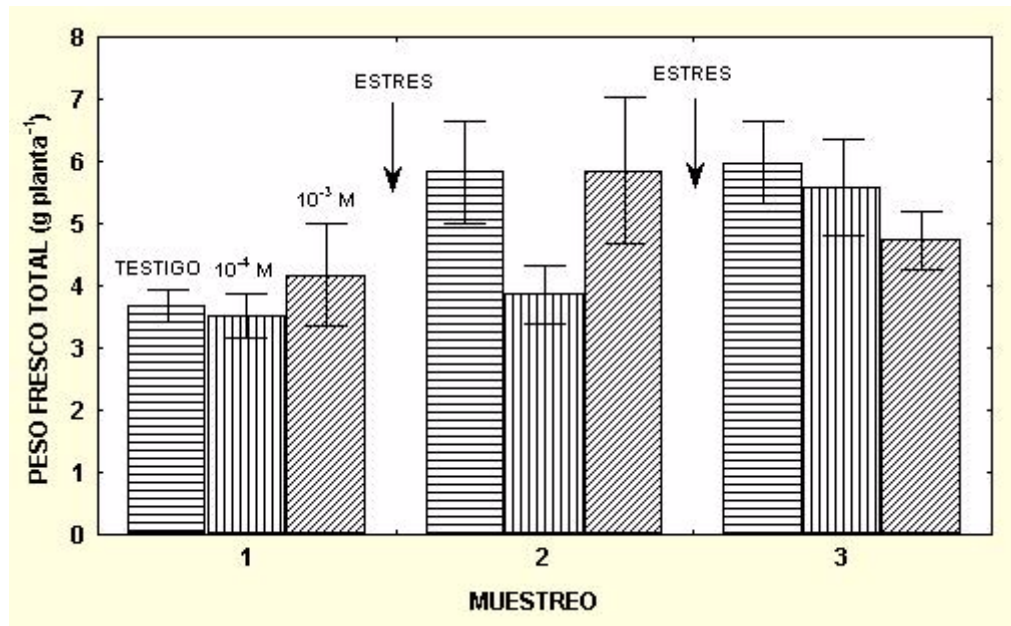


Figura 1. Promedio y error estándar para el peso fresco total de plántulas de lechuga durante los tres muestreos

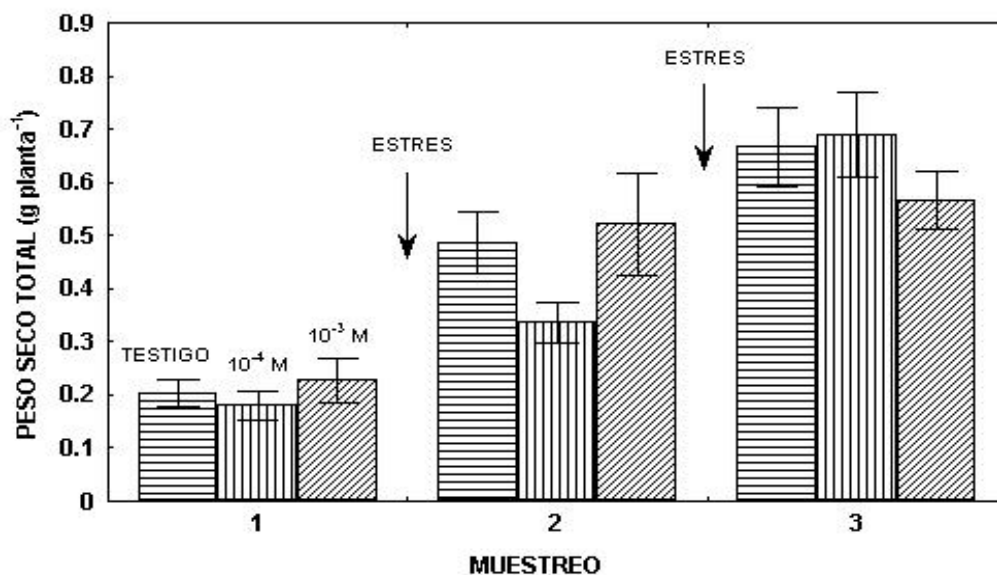


Figura 2. Promedio y error estándar para el peso seco total de plántulas de lechuga durante los tres muestreos.

Gutiérrez-Coronado (Comunicación personal) y sus colaboradores realizaron aplicaciones de AS en campo abierto a diferentes especies de cultivo. Su recomendación al respecto indica que la primera aplicación del AS se realice antes de que las plantas cumplan un mes en el campo. Los datos aquí obtenidos van acordes con lo anterior, y parecen indicar la existencia de una ventana temporal para que el producto aplicado sea efectivo.

En otros trabajos con aplicaciones al sustrato se encontró que el compuesto en concentración de 10^{-4} M favoreció significativamente la germinación y emergencia en condiciones de baja temperatura, no presentando

sin embargo diferencia significativa frente al testigo el tratamiento 10^{-3} M (Asael Sánchez, datos no publicados). Por otra parte Salazar Torres (2001) encontró que la aplicación de ácido salicílico y sulfosalicílico en semillas de chile impartió resistencia al estrés de frío en plántulas de chile. En el presente trabajo la aplicación foliar de ácido salicílico en plantas de 30 días no fue efectiva para inducir resistencia al estrés hídrico.

Villa de los Santos et al. (2001) reportaron que la aplicación temprana (20 días después de la siembra) AS dio lugar a una respuesta favorable de plántulas de lechuga frente a un estrés hídrico. Se encontró, sin embargo, que el efecto fue transitorio, lo cual parece indicar la necesidad de reforzar las aplicaciones en caso de exposición constante al estrés.

(CUADRO 1). Valores promedio de los diferentes pesos obtenidos correspondientes al primer, segundo y tercer muestreo.

	TRAT		PFR	PFA	PFT	PFR/PFA	PSR	PSA	PST	PSR/PSA
Muestra 1	Testigo	Promedio	0.4111	3.1000	3.5111	0.1362	0.0367	0.1444	0.1811	0.2556
		error.est.	0.1672	0.1886	0.1534	0.0627	0.0103	0.0272	0.0344	0.0500
	10 ⁻⁴ M	Promedio	0.5889	3.5889	4.1778	0.1867	0.0389	0.1889	0.2278	0.2389
		Error.est.	0.1534	1.7153	1.8592	0.0372	0.0083	0.0892	0.0967	0.0557
	10 ⁻³ M	Promedio	0.4222	3.2556	3.6778	0.1288	0.0367	0.1667	0.2033	0.2250
		Error.est.	0.0892	0.1063	0.1905	0.0232	0.0024	0.0236	0.0248	0.0306
Muestra 2	Testigo	Promedio	0.6244	3.2333	3.8578	0.1909	0.0600	0.2767	0.3367	0.2154
		Error.est.	0.1212	0.4250	0.5429	0.0163	0.0103	0.0370	0.0471	0.0119
	10 ⁻⁴ M	Promedio	0.8489	5.0000	5.8489	0.1861	0.0911	0.4311	0.5222	0.2244
		Error.est.	0.2348	2.2536	2.4876	0.0273	0.0245	0.1717	0.1961	0.0259
	10 ⁻³ M	Promedio	0.8600	4.9667	5.8267	0.1819	0.0911	0.3944	0.4856	0.2342
		Error.est.	0.0708	1.2030	1.2691	0.0288	0.0076	0.0615	0.0691	0.0157
Muestra 3	Testigo	Promedio	0.9000	4.6889	5.5889	0.1970	0.1111	0.5778	0.6889	0.1945
		Error.est.	0.1247	1.0898	1.2134	0.0169	0.0136	0.0981	0.1114	0.0123
	10 ⁻⁴ M	Promedio	0.7444	3.9889	4.7333	0.1892	0.1111	0.4556	0.5667	0.2514
		Error.est.	0.1063	0.7389	0.8431	0.0125	0.0136	0.0758	0.0817	0.0409
	10 ⁻³ M	Promedio	0.8667	5.1111	5.9778	0.1705	0.1333	0.5333	0.6667	0.2479
		Error.est.	0.1650	0.5819	0.6610	0.0285	0.0236	0.0624	0.0850	0.0183

PFR=Peso fresco de la raíz

PSR=Peso seco de la raíz

PFA=Peso fresco aéreo

PSA=Peso seco aéreo

PFT=Peso fresco total

PST=Peso seco total

PFRA=Peso fresco raíz y aéreo

PSRA=Peso seco raíz y aéreo

CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

La aplicación foliar tardía de ácido salicílico en dosis de 10^{-3} y 10^{-4} M, en forma de aspersión foliar, no indujo diferencias significativas en la recuperación de las plántulas después de un estrés hídrico.

De acuerdo con trabajos ya realizados sobre aplicaciones foliares de AS y con la experiencia del presente trabajo se concluye el tiempo de aplicación es un factor a considerar para la obtención de resultados con este compuesto.

BIBLIOGRAFÍA

Cronjé, M.J. and L. Bornman. 1999. Salicylic acid influences Hsp 70/Hsc 70 expression in *Lycopersicon esculentum*: dose-and time-dependent induction or potentiation. Biochem. Biophys. Res. Commun. 265: 422-427.

Edmond, J.D. 1967. Principios de Horticultura. Ed. Continental. Primera edición en Español. México D.F. Pág. 456-459.

López Tejeda, R. , Camacho Rodríguez y M.A. Gutiérrez Coronado. 1998. Aplicación de ácido salicílico para incrementar el rendimiento agronómico en tres variedades de trigo. Terra 16:43-48.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43:439-463.

Salazar Torres, A.M. (2001) Efecto del ácido salicílico y sulfosalicílico en la respuesta al estrés de frío en chile serrano (*Capsicum annuum*). Tesis. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN.

Valadez, A. 1996. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. 4ta. Reimpresión. México, D.F.

Villa de los Santos, M.A., A. Benavides Mendoza, M. Hernández Reyna, A. Sánchez Ruiz. 2000. Efecto del ácido salicílico sobre la biomasa de plántulas de lechuga sometidas a estrés hídrico. Reporte Técnico Inédito. Departamento de Horticultura. UAAAN.