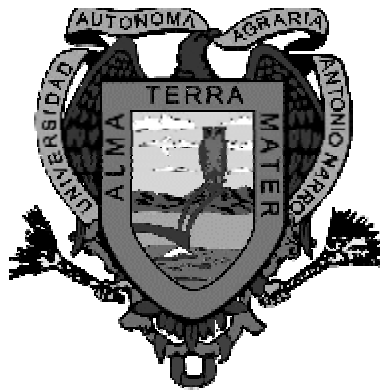


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y
SULFOSALICÍLICO EN LA RESPUESTA AL ESTRÉS DE FRÍO
DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum*)**



POR:

ALICIA MARCELINA SALAZAR TORRES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo 2001.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y
SULFOSALICÍLICO EN LA RESPUESTA AL ESTRÉS DE FRÍO
DE CHILE SERRANO (*Capsicum annuum*).**

POR:

ALICIA MARCELINA SALAZAR TORRES

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

Dr. Adalberto Benavides M.

M.S.c. José G. Ramírez M.

ASESOR PRINCIPAL

VOCAL

Ing. Elyn Bacopulos Téllez

M.C. Reynaldo Alonso V.

VOCAL

VOCAL

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Marzo 2001



AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, Gracias

A mi Alma Terra Mater por darme la formación profesional.

Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza, por la oportunidad de realizar este trabajo, por sus valiosas atenciones, apoyo técnico y científico, por su paciencia y su amistad.

Al M.Sc. José G. Ramírez Mezquitic, por su asesoría y sugerencias en la revisión del escrito.

Al Ing. Elyn Bacopulos Téllez, por su colaboración en la revisión de este trabajo y por formar parte del jurado.

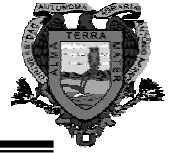
A mis amigos, todos y cada uno sin omitir ninguno, gracias por su amistad.

A Rosy Leija y Valeria Vargas por su compañía y amistad.

A la T.Q.L. Dora Guevara, al Sr. Alfonso Delgado, Manuel Ramírez, por su valiosa colaboración en el mismo.

Y a todos los que forman mi Alma Mater y que algún día me brindaron su amistad.

DEDICATORIA



A mi madre:

Ma. De los Santos Salazar Torres

Por ser siempre tan fuerte, por todo su apoyo, su cariño, y todo su amor, por darme siempre animos.

A:

José Javier Cavazos de la Portilla

Por ser el soporte de mi vida, por toda su paciencia, su amor y dedicación, por su respeto y por todas las cosas bellas que vivimos cada día.
Con todo mi amor y cariño.

A mis mejores amigos, casi hermanos:

Arely Rugerio P y Juan Manuel Cruz Mtz.

A mis amigos incondicionales:

Josué Victoria y Karina Santamaria

Gracias por su ayuda, todo fue más fácil.

Y a todos los que creyeron en mi:

Dios los bendiga



INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
I RESUMEN.....	7
II INTRODUCCIÓN.....	9
III OBJETIVO E HIPÓTESIS.....	10
IV REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
4.1 Origen e historia.....	11
4.2 Clasificación taxonómica.....	12
4.3 Especies y tipos.....	13
4.4 Morfología del cultivo.....	14
4.5 Requerimientos de clima.....	17
4.6 Requerimientos de suelo.....	17
4.7 Funciones de ácido salicílico.....	18
V MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5.1 Ubicación geográfica.....	20
5.2 Materiales utilizados.....	20
5.3 Diseño experimental.....	21
5.4 Metodología.....	21
5.5 Descripción de los tratamientos.....	22
5.6 Muestreos.....	22
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
6.1 Análisis Global.....	27
6.2 Peso Fresco Total.....	29
6.3 Peso Fresco Aéreo.....	29
6.4 Peso Fresco de la Raíz.....	30
6.5 Peso Seco Total.....	32
6.6 Peso Seco Aéreo.....	32
6.7 Peso Seco de la Raíz.....	33
6.8 Altura.....	35
6.9 Número de Hojas.....	35
6.10 Índice Estomático.....	37
6.11 Densidad Estomática.....	38
VII CONCLUSIONES.....	40
VIII LITERATURA CITADA.....	41



ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pagina
Cuadro 4.1	Valores promedio de los diferentes pesos obtenidos correspondientes al primer, segundo y tercer muestreo..... 31
Cuadro 4.2	Valores promedio de altura y número de hojas de los tres muestreos..... 36
Cuadro 4.3	Valores promedio del índice estomático y densidad estomática durante el muestreo realizado..... 38
Figura 2.2	Mapa de tratamientos y repeticiones de acuerdo a su distribución..... 26
Figura 4.1	Promedios y error estándar para el peso fresco de la raíz tomadas en tres muestreos para todos los tratamientos..... 30
Figura 4.2	Valores promedio y error estándar para el peso fresco total de plántulas de chile realizados en tres muestreos..... 34
Figura 4.3	Representación gráfica del número de hojas de cada tratamiento tomadas en tres muestreos..... 37
Figura 4.4	Densidad estomática tomada para cada uno de los tratamientos de lado adaxial y abaxial de la hoja..... 39



I RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, dentro de las instalaciones del Departamento de Horticultura, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mex. Durante el ciclo Verano-Invierno del 2000. Se evaluó el efecto del ácido salicílico y sulfosalicílico aplicado en forma exógena a diferentes concentraciones (1×10^{-3} , 1×10^{-4} y 1×10^{-5} Molar para ambos) y se determinó si estos tienen algún efecto después de ser sometidos a un estrés de bajas temperaturas, en comparación con el testigo que fue sometido a las mismas condiciones que los demás tratamientos.

Las semillas fueron tratadas con estos ácidos y después sembradas en charolas cuando estas ya habían germinado, la siembra se realizó el día 1 de septiembre del 2000, utilizando la variedad “Tampiqueño 74” de chile serrano y se sembró en charolas el día 13 de septiembre del mismo año.

Para todos los tratamientos se les dio el mismo cuidado como nutrición, riego, control de plagas y enfermedades.

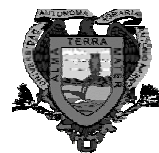
El diseño experimental que se utilizó fue el de completamente al azar con un ANVA y la separación de medias con la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) con siete tratamientos y cuatro repeticiones, denotando de la siguiente manera a los tratamientos, T6 plantula tratada con ácido sulfosalicílico 1×10^{-4} Molar, T3 planta tratada con ácido salicílico 1×10^{-4} Molar sobre el testigo.

La biomasa registro cambio solo en el tratamiento T6 ácido sulfosalicílico 1×10^{-4} Molar en el peso fresco total, el peso fresco aéreo, el peso fresco raíz y el peso seco total, en algunas ocasiones el tratamiento T3 ácido salicílico 1×10^{-4} Molar mostró diferencias como en el peso fresco total y el peso fresco raíz con respecto al testigo.

La altura de la planta sólo tuvo un incremento significativo en el tratamiento T6 ácido salicílico 1×10^{-4} Molar en la cual se registró un aumento de hasta un 103.9% con respecto al testigo; y el número de hojas no registra modificación alguna según los resultados.

Como resultado de las muestras tomadas para células tabloides y estomas se denotó que la densidad estomática fue favorecida por el tratamiento T2 ácido salicílico 1×10^{-3} Molar bajando el número de estomas hasta un 39.21% del lado del haz, en comparación con el testigo, y para el lado del envés el tratamiento que mejor favoreció a la planta fue el T6 ácido sulfosalicílico 1×10^{-4} Molar incrementando hasta en un 145.14% el número de estomas.

En los resultados obtenidos para la variable de índice estomático del lado adaxial el T2 ácido salicílico 1×10^{-3} Molar se redujo hasta un 57.30%, y para el lado abaxial los tratamientos T3 ácido salicílico 1×10^{-4} Molar y T6 sulfosalicílico 1×10^{-4} Molar registraron un incremento de 110.88% y 137.95% respectivamente.



II INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile se ha convertido en una actividad estratégica para la economía nacional, como lo demuestran las 176 mil has sembradas anualmente, una producción de 1.5 millones de toneladas y un valor de la exportación de cerca de 200 millones de dólares.

Es por eso que la necesidad de buscar más alternativas para competir con uno de los rivales más fuerte de la agronomía; el clima; las heladas y bajas temperaturas las cuales dejan perdidas incalculables, han hecho cada vez más que la ciencia se preocupe por tal situación.

Uno de los problemas más importantes en su producción, es la falta de germinación uniforme y total de la semilla, ya que en los suelos predominan condiciones sub-óptimas como son altas o bajas de temperaturas, estrés de humedad, exceso de salinidad y ataque de microorganismos. Esto ocasiona que las plantas presenten diferentes grados de susceptibilidad al ataque de patógenos, requerimientos de humedad y nutrimento, así como diferentes periodos de fructificación.

Un periodo prolongado de cosecha provoca gastos incalculables a simple vista, ya que se tiene que usar por más tiempo la mano de obra para cosechar o cortar y además de maltratar excesivamente a la planta. La semilla es entonces un insumo que determinará el éxito o fracaso de un programa de producción, por tal motivo algunos investigadores han discernido y encausado sus esfuerzos y conocimientos para lograr que ésta pueda expresar su máximo potencial de vigor mediante prácticas tecnológicas.

El ácido salicílico (AS) es un compuesto encontrado en todos los

tejidos de las plantas. Su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas completas son sometidos a la acción de alguna clase de estrés sea este biótico o abiótico. En estas situaciones el ácido salicílico participa en forma importante en los impulsos de señalización que dan lugar a las respuestas de adaptación en ambientes extremos, a la expresión de los sistemas de control del daño oxidativo así como a la inducción de la resistencia sistémica adquirida en el caso de patogénesis.

El ácido salicílico imparte cierta resistencia al estrés causado por temperaturas extremas, por presencia de metales pesados y por herbicidas, no obstante sus aplicaciones en el alivio del estrés ambiental han sido poco estudiadas, y en cuanto a la aplicación desde semilla aun no se cuenta con información alguna que indique su comportamiento.

III OBJETIVO

Determinar el efecto del ácido salicílico y sulfosalicílico sobre la acumulación de biomasa de la plantula del chile serrano en condiciones de baja temperatura.

HIPÓTESIS

Siendo el ácido salicílico un señalizador del estrés, su aplicación exógena ejercerá un efecto positivo sobre el crecimiento de las plantas sometidas al estrés de baja temperatura.



IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen e Historia del Cultivo

El chile es una hortaliza que tiene su origen en América del sur (de los andes y de la cuenca alta del Amazonas, Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). El *Capsicum annuum* se aclimató en México donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles. Se dice también que es originario de México, pues se han encontrado restos arqueológicos en el valle de Tehuacán, Puebla; con antigüedad de 7000 a 5000 a. C. Se sabe, que antes de la conquista, la alimentación del pueblo mexicano se basó en maíz, frijol, chile y calabaza, donde el chile jugó un papel importante, pues no solo aportó condimento sino que también fue fuente de vitaminas y minerales. (www.paginas.deagrpa.com)

En 1492 Cristóbal Colón lo llevó a Europa y posteriormente se introdujo a Asia y Africa, donde ahora es ampliamente cultivado en los trópicos, subtrópicos y en las regiones cálidas en todo el mundo (Casseres, 1984; González y Bosland, 1991).

Actualmente se cultivan en el país alrededor de 176,000 has de las cuales solo el 26% se destina para el consumidor como chile seco. El 75% del área sembrada la ocupan los tipos: ancho, guajillo, jalapeño y serrano, correspondiendo alrededor de 15,000 has de cada tipo. (Pérez, 1997).

Aunque se cultivan varias especies del género *Capsicum*, la especie *C. annuum*, es la que tiene mayor importancia económica (Pozo, 1983). Éste género de la familia Solanaceae comprende de 20 a 30 especies en los

trópicos y subtrópicos del nuevo mundo. Taxónomos modernos reconocen principalmente a 5 especies cultivadas: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacquin, *C. pendulum* Willdenow, *C. frutescens* L., y diferentes troncos antiguos fundados en 3 distintos centros de origen. México es el primer centro de *C. annuum* y Guatemala un centro secundario; la Amazonas para *C. Chinense* y *C. Frutescens*, Perú y Bolivia para *C. Pendulum*, y *C. Pubescens*. (Pérez, et al. 1997).

Las especies *C. annuum* y *C. Frutescens* son ampliamente distribuidos desde México atravesando América Central y en todos partes de la región del Caribe. *C. Chinense* es la especie más comúnmente cultivada en Sudamérica. Todas las especies existen en su forma silvestre excepto *C. Pubescens*, la cual actualmente es conocida bajo cultivo.

4.2 Clasificación Taxonómica

La planta del chile pertenece a la familia Solanaceae, al genero *Capsicum* y a la especie *annuum*, presenta como número de cromosomas $2n=24$, con gran variación morfológica, lo que ha originado frecuentes modificaciones en su taxonomía. (www.paginas.deagrpa.com)

La siguiente clasificación es propuesta por Pérez (1997) para el chile:

Reino	Vegetal
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonae
Subclase	Metachlmydeae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	annuum
N.C.	<i>Capsicum annuum</i> L.

4.3 Especies y Tipos.

Dentro del género *Capsicum* las especies de mayor interés hortícola son:

✿ ***Capsicum annuum* L.** Que incluye un gran número de variedades comerciales, desde los chiles picantes, pequeños cónicos hasta las variedades dulces representadas por los tipos de pimiento, (cultivares picantes: Ancho, Mulato, Pasilla, Jalapeño y Serrano, entre otros).

✿ ***Capsicum frutescens* L.** Los frutos son generalmente suaves, está distribuida principalmente en zonas tropicales y subtrópicas, un ejemplo es el chile tipo Tabasco.

✿ ***Capsicum chinense*,** América tropical, los chiles habaneros y los parecidos a estos.

✿ ***Capsicum pubescens*.** Además de presentar corola púrpura puede encontrarse márgenes de los pétalos blancos y/o estilo blanco, el fruto fresco es firme. Regiones templadas altas (chile perón, llamado ciruelo en la sierra de Querétaro y Jalapeño en el sur de Chiapas). (www.paginas.deagrpa.com)

4.4 Morfología del Cultivo

Según las propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuera anual. Algunas variedades de tipo Ají Chay se siembra como cultivos bi o trienales (Pérez, 1997).

Raíz

Su sistema de raíz esta formado por un pivote recto provisto de muchas raíces largas, fibrosas y vellosas, colocadas comúnmente en caras diametralmente opuestas que llegan a profundidades de 0.70 a 1.20 m y lateralmente a 1.20 m. Esta poca profundidad del sistema de raíces determina entre otras cosas los grandes requerimientos de esta planta con respecto de las condiciones físicas del suelo, su humedad y balance nutricional; pero en su mayoría tienen una profundidad de 40 cm. Difícilmente forma raíces adventicias. (www.paginas.deagrapa.com).

Tallo

Es cilíndrico o prismático. Su parte inferior es leñoso y se ramifica de manera pseudodicotómica, después que empieza la ramificación, con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en sentido de la ramificación transitoria de menor importancia. Así se forma las ramificaciones principales, que determinan la forma y carácter de la planta. Comúnmente no crecen ramificaciones laterales hasta la primera ramificación (en variedades de frutos gruesos) de las yemas axilares de las hojas del tallo central, sin embargo se les observa en las variedades de frutos pequeños (Ají chileno). Este crece hasta una altura de 30-120 cm, según las características de la variedad y las condiciones en que se siembra la planta. (Pérez, 1997).

Hojas

Las hojas son planas, simples de forma ovoide alargada, varían mucho de tamaño. Son lampiñas o²²subglabras, enteras (alternas), ovales o

lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm de largo y de 0.5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminada, la base de la hoja es cuneada y aguda y el peciolo es largo o poco aparente (Arcos, et al. 1998).

Flores

Se caracteriza por sus flores blancas y a veces púrpura, generalmente solitarias en las axilas de las hojas, aunque a veces se agrupan dos o tres, la corola es de cinco pétalos normalmente y lo mismo el número de estambres, pero a veces son de seis ó siete, con las anteras azuladas y dehiscentes longitudinalmente, con un número de órganos florales de cinco a siete, el ovario es supero, frecuentemente para facilitar la autofecundación, es bilocular pero a menudo multicelular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o púrpura, el estigma es capitado.

Los peciolos miden más de 1.5 cm de longitud; el cáliz es campanulado, ligeramente dentado, aproximadamente de 2 mm. Alargado y cubriendo la base de los frutos, la corola es rotada y mide de 8 a 15mm de diámetro (Guenkov, 1983; Sabrino, 1989).

Frutos

Su fecundación es claramente autógama, no supera el porcentaje de alogamia de 19% (Maroto, 1983).

El fruto es una baya muy variable en tamaño, forma y grosor de la carne, también con las diferencias de color en la madurez que puede ser rojo, amarillo morado negruzco debido a los pigmentos licopercisina, xantofila y caroteno. La forma puede ser lineal, cónica o globosa, midiendo de uno a 30 cm de longitud, pesando de uno a dos gramos (piquín) hasta más de 300 g (pimiento morrón).

Un aspecto muy importante es el contenido o no de la capsicina en los frutos, sustancia que da el sabor picante (pungencia), generalmente va unida a variedades de frutos pequeños, pero también hay frutos medianos y grandes. La capsicina se concentra más en la placenta, tabiques divisorios y semillas (Sabrino, 1989).

Semillas

Las semillas del chile son mayores que las del jitomate y tienen forma definida reniforme son lisas, sin brillo y de color blanco o amarillento, las variedades de frutos pequeños usualmente tienen semillas más chicas en comparación con las variedades de frutos grandes.

Generalmente el peso de las semillas contenidas en un fruto, de las distintas variedades, no es igual y oscila entre los límites de 3.8 y 8 gr

El poder germinativo de las semillas frescas es, en general, de 95-98% y se mantiene durante 4-5 años si las condiciones de conservación son favorables (Guenkov, 1974).

4.5 Requerimientos de Clima

Como toda hortaliza de fruto, el chile es de clima cálido, por lo cual no resiste heladas. Courter et al (1972) reportaron que para una buena germinación el rango de temperaturas oscila entre los 23.8 y 29.5°C, emergiendo a los 8 ó 10 días, y para un óptimo desarrollo, la temperatura debe ser de 18.3 a 26.6 en el día y por la noche de 15.5 a 18.3°C. ya que a temperaturas bajas (< 10°C) se puede presentar daño (abortar las flores). A altas temperaturas (32° a 35°C) y específicamente en las especies de frutos pequeños, el pistilo (estigma) crece más largo que los estambres antes que haya abierto las anteras (heterostilia), fenómeno que provoca la polinización cruzada. Asimismo, se reporta que las temperaturas extremadamente altas pueden provocar caída de flores y/o frutos (Valadez 1998).

La planta detiene su crecimiento a una temperatura de cuatro a seis grados centígrados (Vilmorin, 1976).

Las plántulas para trasplante, deben ser cultivadas bajo los siguientes rangos de temperaturas, diurnas: 18°C a 20°C y nocturnas: 15° a 18°C. También las temperaturas del suelo influyen en el rendimiento final: los rendimientos más altos se obtienen entre 21°C a 24°C, mientras que las temperaturas por debajo de los 20°C se reduce sustancialmente la producción (Autor año www. Agroguías.com).

4.6 Requerimientos de Suelo

El chile ha sido clasificado como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, reportándose valores óptimos de pH 6.8-5.5. También está clasificado como una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad, soportando contenidos de 2560 a 6400 ppm (4 a 10 mmho) (Richards, 1954; Maas, 1984).

En lo referente a la textura del suelo, se ha reportado que se desarrolla en diferentes clases, desde ligeros (arenosos) hasta pesados (arcillosos), prefiriendo los limo-arenosos (Valadez, 1998).

4.7 Funciones del Ácido Salicílico

El Ácido Salicílico (AS) es un compuesto encontrado en todos, los tejidos de las plantas. Este es un compuesto fenólico derivado del ácido benzoico 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 con otros organismos. Su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas completas son sometidos a la acción de alguna clase de estrés, sea este biótico o abiótico. En esas situaciones el ácido salicílico participa en forma importante en la cascada de señalización que da lugar a las respuestas de adaptación en ambientes extremos, a la expresión de los sistemas de control de daño oxidativo así como a la inducción de la resistencia sistémica adquirida en el caso de patogénesis. (Rasking, 1992).

El ácido salicílico presenta propiedades de retraso de senescencia (Boubouloux et al. , 1998), inductor de floración y tuberización así como de compuesto termogénico y alelopático, entre otras (Rasking, 1992).

El ácido salicílico es un polvo cristalino con un punto de fusión de 158°C, es moderadamente soluble al agua comportándose como un ácido débil. Su peso molecular es de 138.1 gr./mol y su formula es C₇H₆O₃ (Rasking, 1992).

El ácido salicílico comenzó a sobresalir como molécula señalizadora en plantas cuando se descubrió su papel como inductor de la termogénesis en plantas de la familia Araceae ²⁵(Rasking, 1987).

En cuanto a la distinción entre la aplicación de ácido salicílico o de ácido sulfosalicílico (ASS) en las plantas, no se ha detectado diferencia importante entre uno y otro. Puesto que el sulfosalicílico es rápidamente convertido a AS en los tejidos de plantas.

El modelo inicial propuesto sobre el mecanismo de acción del AS, indicaba que era un inhibidor de la catalasa. Esta afirmación surgió del hecho de que esta enzima es inhibida in vitro por el AS (Rasking, 1992).

En Arabidopsis, tabaco, tomate y pepino fue demostrado, que la proteína receptora de AS es una catalasa con alta afinidad por el AS y que muestran inhibición en presencia de este ultimo (Chen et al.), 1996; Sanchez, -Casas y klessing, 1993).



V MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización Geográfica del Experimento

El presente trabajo se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo Agosto-Diciembre del 2000, la cual se encuentra ubicada en la localidad de Buenavista Saltillo, Coah. ; situándose entre las 25° 22" Latitud Norte y 100° 05" 5 ' Longitud Oeste, con una altitud de 1743 MSNM, presentando una precipitación media anual promedio de 298.5 mm y una temperatura media anual de 19.8°C.

5.2 Materiales utilizados

Preparación de solución de ácido 26

salicílico y sulfosalicílico

Solución de Ácido Salicílico

Se pesó la cantidad correspondiente a 1×10^{-3} M = 0.138 gr del ácido salicílico y se aforó a un litro de agua. Lo mismo para la concentración de 1×10^{-4} y 1×10^{-5} , correspondiendo a 0.0138 y 0.0013 g respectivamente.

Solución del Ácido Sulfosalicílico

Para esta solución se procedió de igual manera que en el ácido salicílico correspondiendo para 1×10^{-3} M = 0.1221 gr de ácido sulfosalicílico, para 1×10^{-4} M = 0.0122 y 0.0012 perteneciente a 1×10^{-5} .

5.3 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar con siete tratamientos y 4 repeticiones, para así dar un total de 28 unidades experimentales (Figura 2.2). Sobre los datos se aplicó un ANVA y la separación de medias con la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

5.4 Metodología

Tratamiento de semillas

Por principio de cuentas se utilizaron siete cajas petri grandes, se depositaron en ellas 160 semillas de chile serrano variedad "Tampiqueño 74", se les agregó solución de ácido salicílico y sulfosalicílico en diferentes concentraciones, esta práctica se llevó a cabo el día 1 de septiembre del 2000.

Las semillas permanecieron en la solución por espacio de ocho horas, cumplido el tiempo las semillas se enjuagaron con agua destilada y se transfirieron en cajas petri chicas, colocando 35 semillas por cada caja, y humedeciendo con agua destilada. Incluyendo al testigo el cual fue tratado de la misma manera que los demás tratamientos pero utilizando solo agua destilada.

Estas cajas petri se llevaron a una cámara de crecimiento a 26°C.

Se realizaron conteos de semillas germinadas cada 2 días.

Siembra en Charolas

Para esta práctica se utilizaron 7 charolas de poliestireno con 220 cavidades; el día 13 de septiembre del 2000, éstas se llenaron con el sustrato (peat moss) y se colocó una semilla pregerminada en cada cavidad, utilizando una charola para cada tratamiento 27 incluyendo el testigo.

Las charolas fueron marcadas en un costado con el número de repetición que fue obtenido en un sorteo al azar.

Estas charolas fueron colocadas en cama flotante construida a base de plástico suave y con unos marcos de madera. A estas camas flotantes se les agregó solución nutritiva Douglas.

5.5 Descripción de los Tratamientos

- T1. Testigo (agua)
- T2. Acido Salicílico 1×10^{-3} Molar
- T3. Acido Salicílico 1×10^{-4} Molar
- T4. Acido Salicílico 1×10^{-5} Molar
- T5. Acido Sulfosalicílico 1×10^{-3} Molar
- T6. Acido Sulfosalicílico 1×10^{-4} Molar
- T7. Acido Sulfosalicílico 1×10^{-5} Molar

5.6 Muestreos

Muestreo de Biomasa

Se extrajeron 3 plantas por repetición dando así un total de 12 plantas por charola o tratamiento, se colocaron en bolsas de polietileno, se marcaron y se llevaron al laboratorio de fisiología ubicado en el Departamento de Horticultura dentro de la misma Universidad.

Las variables a medir de este experimento fueron las siguientes:

- ♣ Número de Semillas Germinadas
- ♣ Peso Fresco Aéreo
- ♣ Peso Fresco Raíz
- ♣ Peso Seco Aéreo

- ♣ Peso Seco Raíz
- ♣ Altura
- ♣ Número de hojas
- ♣ Número de Células Tabloides
- ♣ Número de Estomas

Para determinar los pesos frescos se procedió a lavar perfectamente las raíces de cada planta muestreada hasta que quedaron completamente libres de sustrato. Posteriormente se midieron con un vernier para ser más preciso, después se cortó la raíz y se pesó por separado en una balanza analítica (OHAUS) planta por planta y separada de su raíz. Contando el número de hojas (sin tomar en cuenta los cotiledones).

Ya determinados estos datos las plantas se colocaron en bolsas de papel para secarlas en una estufa a temperatura de 55 a 60°C por espacio de 24 horas.

Para determinar los pesos secos, las muestras se sacaron de la estufa y se procedió a pesar a la raíz y la parte aérea por separado.

Se realizaron así tres muestreos de biomasa, el primero el 5 de octubre del 2000, el segundo el 14 de octubre y el tercero el 7 de noviembre del mismo año.

Determinación de Número de Estomas y Células Tabloides

Para determinar el número de estomas y células tabloides se tomaron impresiones de la superficie foliar utilizando una mezcla de poliestireno y xilol, la cual después de secarse fue extraída con un pedacito de cinta adhesiva colocándose a continuación en un portaobjetos. Lo anterior se hizo para el

haz y envés de la hoja.

Posteriormente se observó en un microscopio compuesto, en el lente de 40 x, el campo observado se dividió en cuatro para su mayor facilidad, contando en dirección de las manecillas del reloj.

Esta toma de muestras se realizó el día 15 de noviembre del 2000.

Para sacar la unidad de área que posteriormente se utiliza para sacar la densidad estomática, se utilizó la fórmula para estimar el diámetro del campo que sugiere el manual Karl Mollring (sin fecha) que es igual:

Objetivo / ocular

$$40 \times / 10 \times = 4 \text{ décimas de mm}$$

Referente al índice estomático, el cual se refiere al número de estomas por cada célula tabloide, para el lado del haz los resultados arrojados fueron: el testigo mostró 0.18 estomas por cada célula tabloide.

Para la variable densidad estomática referente al número de estomas por unidad de área; en este caso a 0.1256 mm^2 (campo observado), por el lado del haz el número de estomas del testigo fue de 113.33 estomas.

Aplicación del Estrés de Frío

A las plantas se les aplicó un estrés de frío después del primer muestreo de biomasa, para el cual se utilizó un cuarto frío con temperaturas de 5°C a $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Este tratamiento se les aplicó dos veces. Siendo el primero el día miércoles 18 de octubre del 2000, este estrés consistía en sacar todas las charolas del invernadero a las ocho de la mañana, dejar que se aclimatarán un poco a la intemperie (aproximadamente 30 minutos), para luego ser introducidas en el cuarto frío, allí se mantendrían hasta la mañana siguiente, y se procedía de igual forma se sacaban del cuarto frío se dejaban aclimatar un poco y se colocaban devuelta en el invernadero donde permanecerían hasta la segunda exposición de frío. La segunda exposición se realizó el día 21 de octubre.

Después de cada tratamiento se tomaba una muestra de tres plantas por repetición para determinar la biomasa fresca y seca.

FIGURA 2.2. MAPA DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES DE ACUERDO A SU DISTRIBUCIÓN.

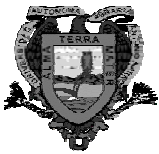
T1 R1	T2 R2	T3 R2	T4 R1
T1 R2	T2 R3	T3 R4	T4 R3
T1 R4	T2 R4	T3 R4	T4 R4
T1 R3	T2 R1	T3 R3	T4 R2

T5 R3
T5 R1
T5 R4
T5 R2

T6 R3
T6 R1
T6 R4
T6 R2

T7 R3
T7 R1
T7 R2
T7 R4

VI RESULTADOS Y DISCUSION.



6.1 Análisis Global

Analizando globalmente los₃₂resultados arrojados son:

Para el peso fresco aéreo el único tratamiento que muestra diferencia significativa es el ASS 1×10^{-4} Molar, obteniendo un incremento mayor que el testigo.

En el caso del peso fresco de la raíz no muestra diferencia significativa en comparación con el testigo ninguno de los tratamientos. Solo en promedio él más alto fue el AS 1×10^{-3} Molar.

Para el peso fresco total no existe diferencia significativa más que dentro de las mismas concentraciones de ambos tratamientos, debido a que este engloba el peso fresco aéreo y de la raíz, es por eso que no denota diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos.

En el peso seco aéreo los tratamientos en comparación con el testigo que muestran diferencia son: AS 1×10^{-3} y 1×10^{-5} Molar, así como el ASS en las mismas concentraciones, pero con valores más bajos que el testigo y los tratamientos que no demuestran diferencia significativa junto con este.

En el peso seco de la raíz son marcadas las diferencias entre el testigo y los tratamientos de AS 1×10^{-3} y ASS 1×10^{-3} y 1×10^{-4} Molar, siendo así los valores más bajos dentro de estos tratamientos que en el testigo.

En cuanto al peso seco total sólo en el tercer muestreo tuvo una diferencia significativa de parte del tratamiento T6 ácido sulfosalicílico 1×10^{-4} , el cual es mayor significativamente que el testigo.

La altura sólo muestra diferencia en el tratamiento del ASS 1×10^{-4} Molar en comparación con todos los demás tratamientos.

El número de hojas no tuvo diferencia significativa en ningún tratamiento con respecto al testigo.

Para el índice estomático del lado adaxial solo el ácido salicílico 10^{-3} mostró diferencia significativa contra todos los tratamientos incluyendo el testigo, pero la diferencia fue bastante baja. Y para el lado abaxial el ácido sulfosalicílico fue el de la diferencia significativa a favor de la planta y mejor que todos los tratamientos.

La densidad estomática del lado adaxial sólo se vió afectada por el AS 10^{-3} reduciendo ésta por 39.32% comparado con el testigo, y del lado abaxial el mejor tratamiento fue el ASS 10^{-5} aumentando significativamente la densidad de este lado.

Análisis Individual

Un resumen de los resultados obtenidos con relación a la biomasa de las plantas se encuentra en el Cuadro 4.1

A continuación se menciona lo referente a los resultados específicos para cada uno de los tres muestreos.

6.2 Peso Fresco Total

En cuanto al peso fresco total en el primer muestreo no se obtuvo diferencia alguna, estadísticamente todos los tratamientos incluyendo el testigo son iguales. En el segundo y tercer muestreos se denota que el ASS 10^{-4} mostró diferencia positiva y significativa en comparación con el testigo. (Figura 4.2)

6.3 Peso Fresco Aereo

En el peso fresco aéreo no fue sino hasta la segunda evaluación que presentó una diferencia significativa entre el ASS 1×10^{-4} Molar, siendo este el más alto de todos los tratamientos. En la tercera evaluación se observó una diferencia significativa en el testigo comparado con los demás tratamientos siendo estos el ASS 1×10^{-3} , el ASS 1×10^{-5} y el AS 1×10^{-4} Molar este último con el mayor promedio de todos los tratamientos.

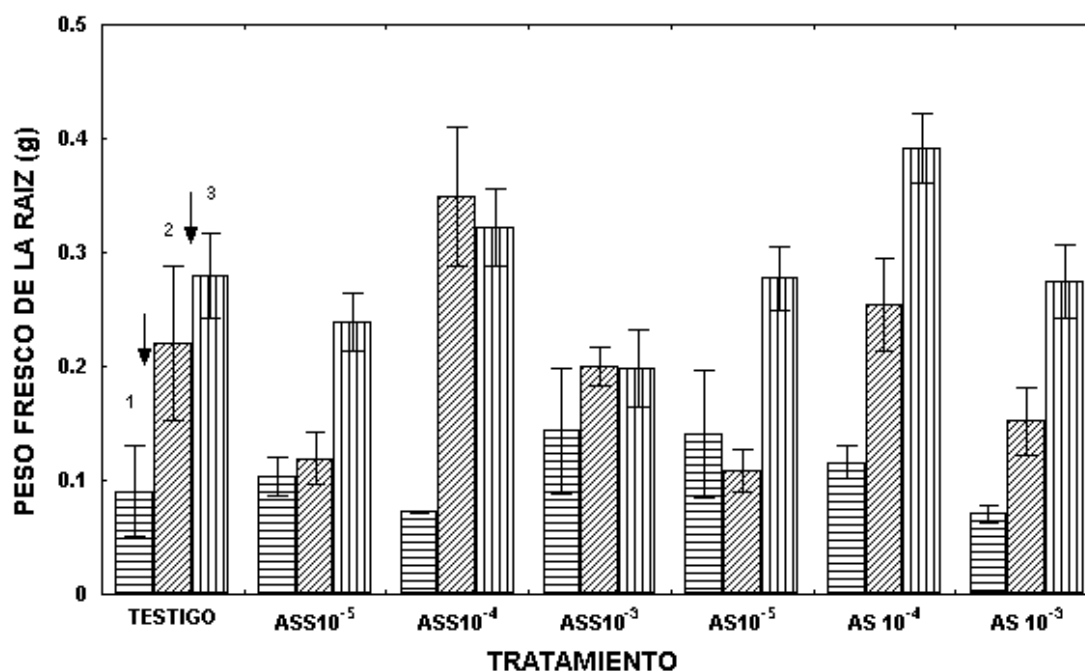


FIGURA 4.1 Promedios y error estandar para el peso fresco de la raíz tomadas en tres muestreos para todos los tratamientos.

6.4 Peso Fresco Raíz.

El peso fresco de la raíz se mantuvo igual hasta la segunda evaluación que hubo diferencia significativa en el tratamiento de ASS 10^{-4} , con respecto al testigo y a la mayoría de los ₃₅tratamientos excepto con el AS 10^{-4} ,

siendo el primero el de mayor peso. Y en la tercera evaluación se comporto de la misma manera.(Figura4.1).

**CUADRO 4.1 Valores promedio de los diferentes pesos obtenidos
correspondientes al primer*, segundo** y tercer*** muestreo.**

V A R I A B L E S																	
T.	*PFT ₁	**PFT ₂	***PFT ₃	*PFA ₁	**PFA ₂	***PFA ₃	*PFR ₁	**PFR ₂	***PFR ₃	*PST ₁	**PST ₂	***PST ₃	*PSA ₁	**PSA ₂	***PSA ₃	*PSR ₁	**P
T	0.2861a	0.5977ab	1.0273b	0.1954a	0.3773a	0.7477bc	0.0907a	0.2204ab	0,2795ab	0.0561b	0.0665a	0.2424bc	0.0393d	0.0475a	0.1679b	0.0168a	0.01
0 ⁻³	0.2611a	0.3978ab	0.9518ab	0.1902a	0.2455a	0.6766ab	0.0709a	0.1523ab	0,2752ab	0.0384a	0.0525a	0.1706a	0.0225ab	0.0378a	0.1168a	0.0159a	0.01
0 ⁻⁴	0.3655a	0.6336bc	1.3905c	0.2502a	0.3794a	0.9988d	0.1154a	0.2542bc	0,3917c	0.0397ab	0.0654a	0.2662c	0.0284bc	0.0437a	0.1826b	0.0113a	0.02
0 ⁻⁵	0.4464a	0.3451a	1.0287b	0.3060a	0.2364a	0.7514bc	0.1405a	0.1087a	0,2773ab	0.0343a	0.0464a	0.2024ab	0.0186a	0.0335a	0.1348a	0.0158a	0.01
10 ⁻³	0.3996a	0.5765ab	0.7761a	0.2561a	0.3767a	0.5780a	0.1435a	0.1998ab	0,1981a	0.0322a	0.0647a	0.1604a	0.0226ab	0.0475a	0.1106a	0.096a	0.01
10 ⁻⁴	0.3232a	0.9021c	1.1837bc	0.2510a	0.5534b	0.8619cd	0.0722a	0.3487c	0,3218bc	0.0478ab	0.0967b	0.2608c	0.0325cd	0.0686b	0.1847b	0.0153a	0.02
10 ⁻⁵	0.3602a	0.3682ab	0.7711a	0.2567a	0.2493a	0.5318a	0.1035a	0.1189a	0,2393ab	0.0473ab	0.0488a	0.1716a	0.0359cd	0.0352a	0.1165a	0.0114a	0.01

PFT es PESO FRESCO TOTAL

PFA es PESO FRESCO AEREO

PFR es PESO FRESCO RAÍZ

PST es PESO SECO TOTAL

PSA es PESO SECO AEREO

PSR es PESO SECO RAÍZ

6.5 Peso Seco Total

El peso seco total se comporto de igual forma en la segunda evaluación se obtuvo una diferencia significativa del tratamiento ASS 1×10^{-4} Molar siendo este el más alto en los resultados obtenidos para esta muestra. En la tercera prueba se obtuvieron los resultados diferentes que en datos anteriores; en este caso el tratamiento ASS 1×10^{-3} , 1×10^{-5} Molar, junto con el AS 1×10^{-3} Molar fueron los que mostraron diferencia significativa en comparación con el testigo, aunque estos tengan valores menores a este último; con respecto a los demás tratamientos no muestra ninguna diferencia significativa siendo el último mencionado el de más alto valor que todos los tratamientos en sí.

6.6 Peso Seco Aéreo

En peso seco aéreo en la primera evaluación se comporto como casi todas las variables en la primera toma de datos; el testigo más alto que todos los demás tratamientos, pero sin haber diferencia significativa. En la segunda toma de datos el único tratamiento que mostró diferencia significativa contra todos los demás tratamientos fue el ASS en concentración de 1×10^{-4} Molar, contando así con el más alto valor. Y ya la tercera evaluación los tratamientos AS 1×10^{-3} y 1×10^{-4} Molar, al igual que el ASS 1×10^{-3} y 1×10^{-4} Molar muestran diferencia significativa en comparación con el testigo pero con valores menores a este, los únicos tratamientos superiores numéricamente son el AS 1×10^{-3} y el ASS 1×10^{-5} Molar.

Según citas publicadas anteriormente el AS aplicado en forma exógena en concentración de 1×10^{-2} a 1×10^{-8} Molar aumento la biomasa de plantas de soya (Gutiérrez –Coronado et al, 1998), en rendimiento de trigo (López Tejeda, 1998) al igual que el rendimiento y la calidad de diversas hortalizas según se desprende de los resultados de los diferentes trabajos experimentales del grupo de Gutiérrez Coronado adscrito al Instituto Tecnológico de Sonora.

6.7 Peso Seco Raíz

En el peso seco de la raíz se encontró diferencia significativa hasta la tercera evaluación mostrando esta los tratamientos AS 1×10^{-3} y el ASS 1×10^{-3} y 1×10^{-4} Molar, aún si ser éstos los de mayor valor sino el AS 1×10^{-4} Molar.

En trabajos anteriores con menor cantidad de aplicaciones han reportado efectos positivos del AS sobre la biomasa, incluso aplicando el ácido salicílico a la solución nutritiva López *et al* (1999).

En conjunto los resultados sobre biomasa de las plantas apuntan hacia que los compuestos aplicados, dependiendo claro está de la concentración, presentaron un efecto positivo pero no significativo sobre la biomasa antes de someter a las plantas al estrés de frío. Posterior al mencionado estrés se encontró que las concentraciones altas y bajas ejercieron un efecto negativo sobre la biomasa, mientras que la concentración de 1×10^{-4} Molar parece ser la óptima para inducir aumento de biomasa en las condiciones descritas.

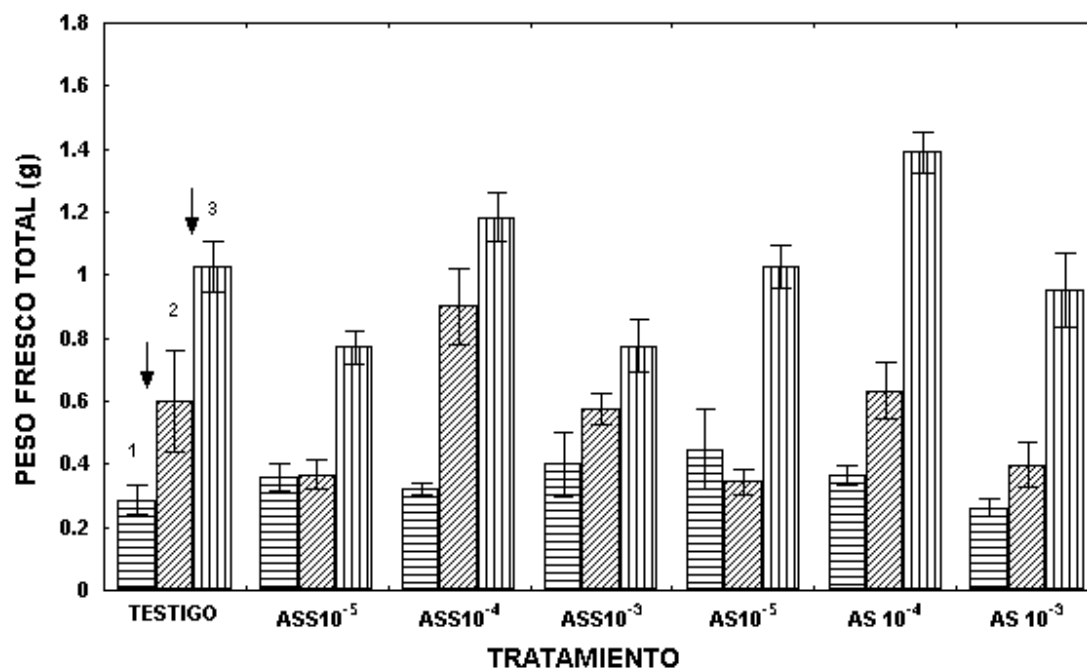


FIGURA 4.2. Valores promedio y error estándar para el peso fresco total de plántulas de chile durante los tres muestreos realizados.

6.8 Altura

Para una mejor explicación de los siguientes resultados se pueden observar el cuadro 4.2 referente a los datos de altura y número de hojas.

Para altura el AS y ASS tienen el mismo comportamiento que las demás variables medidas; el testigo en comparación con todos los demás tratamientos es el de mayor significancia y por tanto de mayor promedio en la primera evaluación. Para la segunda evaluación los tratamientos AS en concentración de 1×10^{-3} y 1×10^{-3} y el ASS a 1×10^{-5} Molar son los que muestran diferencia significativa contra el testigo pero no entre ellos mismos, y no obstante, de valor menor que este último. En la tercera evaluación el ASS con una concentración de 1×10^{-5} Molar presentó la más marcada significancia siendo este el de mayor valor contra el testigo y los demás tratamientos.

6.9 Número de Hojas

El número de hojas en la primera y segunda evaluación se comportaron casi de la misma forma, el testigo tiene diferencia significativa contra todos los tratamientos excepto con el ASS 1×10^{-4} Molar y en la segunda con este tratamiento y el ASS en concentración de 1×10^{-3} Molar, siendo el de concentración más elevada el de mayor promedio. En la tercera evaluación no muestra diferencia alguna entre todos los tratamientos y el testigo. (Figura 4.3)

CUADRO 4.2. Valores promedio de Altura y Número de hojas de los tres muestreos

Trat.	*Altura ₁	**Altura ₂	***Altura ₃	*# Hojas ₁	**# Hojas ₂	***# Hojas ₃
Testigo	4.4083d	4.3894cd	9.6640b	4.5833c	5.5381bc	10.4153a
AS 10⁻³	2.9042ab	3.1995 a	7.8919 a	3.2917a	3.4115a	12.6870ab
AS 10⁻⁴	3.1333abc	4.0572bc	10.0416bc	3.7500ab	3.9162ab	13.6354ab
AS 10⁻⁵	2.5583 a	3.3083 ab	8.7712ab	3.5000ab	4.3997ab	11.0276ab
ASS 10⁻³	2.9083abc	3.7438abc	7.7048a	3.6667ab	5.7243bc	12.3117ab
ASS 10⁻⁴	3.6500c	5.0063d	11.2896c	4.0833bc	6.9775c	14.4630ab
ASS 10⁻⁵	3.4917bc	3.3434ab	7.9884a	3.7500ab	4.5240ab	10.3296a

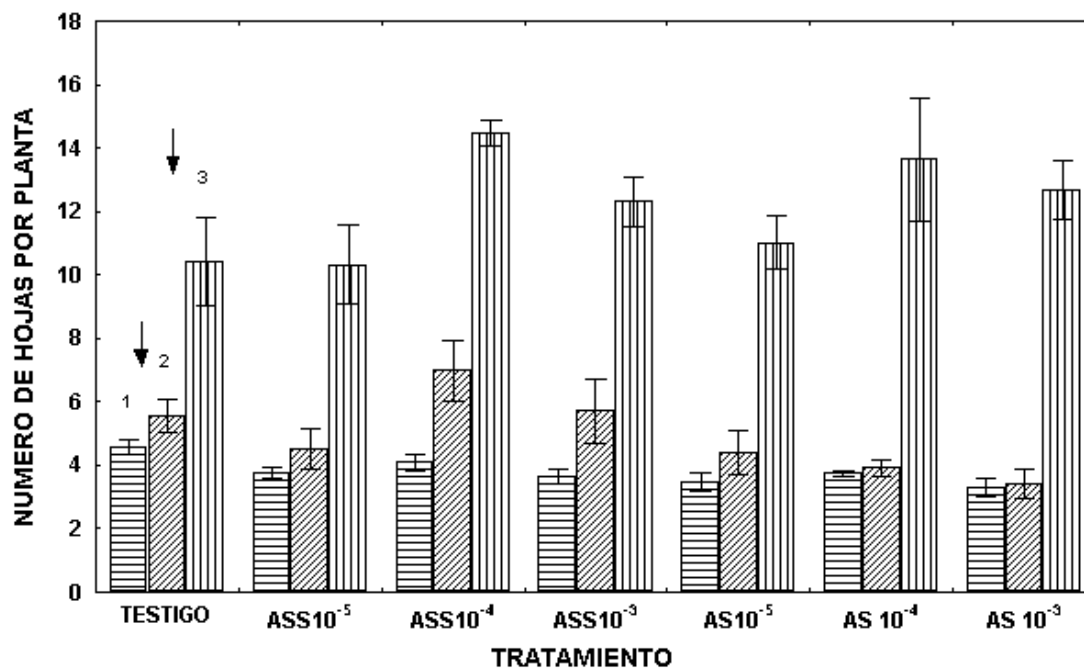


FIGURA 4.3. Representación gráfica del número de hojas de cada tratamiento tomadas en tres muestreos.

6.10 Índice Estomático

Referente al índice estomático, para el lado del haz los resultados arrojados fueron: el testigo mostró 0.18 estomas por cada célula tabloide comparado este con los demás tratamientos el resultado es que todos están por debajo de este valor y no existe diferencia significativa con los demás tratamientos excepto con el AS en concentración de 1×10^{-3} Molar este con el valor más bajo de todos. (Cuadro 4.3).

Y por el lado del envés sucede todo lo contrario la relación aumenta en todos los tratamientos excepto en el testigo teniendo este último el valor más bajo y las diferencias significativas las muestran los tratamientos de AS en concentración de 1×10^{-4} Molar y ASS en concentraciones de 1×10^{-4} y 1×10^{-5} Molar con respecto al testigo.

Cuadro 4.3. Valores promedio de índice estomático y densidad estomática durante el muestreo realizado.

TRATAMIENTO	LADO ADAXIAL		LADO ABAXIAL	
	INDICE EST.	DENSIDAD EST.	INDICE EST.	DENSIDAD EST.
Testigo	0.1883 b	113.3333bc	0.2748 a	200.00 ab
AS 10⁻³	0.1079 a	44.4444 a	0.3047ab	152.7778 a
AS 10⁻⁴	0.1372ab	81.94444 b	0.3788 c	244.4444bcd
AS 10⁻⁵	0.1883 b	130.5556c	0.3232abc	233.3333 bc
ASS 10⁻³	0.1867 b	113.3333bc	0.3193abc	248.3333bcd
ASS 10⁻⁴	0.1746 b	120.8333 c	0.3791 c	290.2778d
ASS 10⁻⁵	0.1700 b	86.1111 b	0.3476bc	233.3333bc

6.11 Densidad Estomática

Para la variable densidad estomática, por el lado del haz el número de estomas del testigo fue de 113.33 estomas el cual muestra una diferencia significativa solo con el AS en concentración de 1×10^{-3} Molar, este último con el valor más bajo 44.44 estomas de lado adaxial, pero del lado del envés el número de estomas aumenta, y no solo en el testigo sino también en los tratamientos existiendo solo diferencia significativa solo en el ASS en una concentración de 1×10^{-4} Molar dando también como resultado más alto en promedio. (Figura 4.4)

Es probable que el AS tenga algún papel regulador sobre el balance de oxidación-reducción de las células vegetales, y ello tal vez explique la

capacidad del AS de inducir respuestas tan variadas: fisiológicas, morfogenicas y adaptativas en las plantas. Lo anterior se sigue apartir del comprobado efecto del AS sobre la actividad de la catalasa y otras enzimas que controlan el nivel de las especies activas de oxigeno (Raskin, 1992) así como la oxidasa alternativa mitocondrial (Murphy *et al* 1999).

La densidad estomatica se modifica por la luz, CO₂, pero hasta donde se sabe no existe reporte del AS y ASS sobre la densidad estomatica; esto podría explicar lo reportado por Larqué en 1998 quien encontró que la aplicación del AS disminuye la transpiración en frijol.

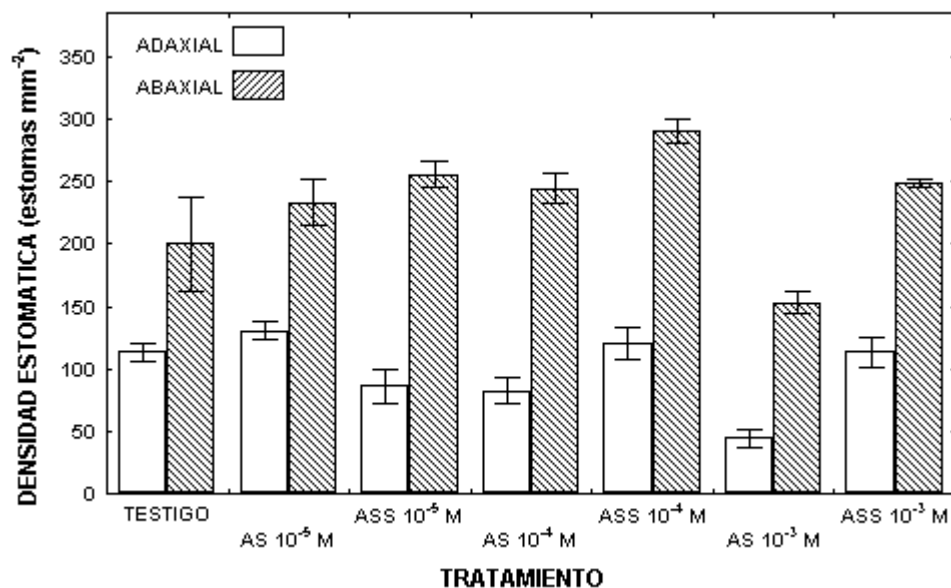


FIGURA 4.4. Densidad estomatica tomada para cada uno de los tratamientos de los lados adaxial y abaxial de la hoja.



VII CONCLUSIONES

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

La aplicación exógena de ácido salicílico y sulfosalicílico (1×10^{-4} Molar) en semilla, mostró un efecto positivo sobre el peso fresco total, después de ser sometidas a bajas temperaturas.

En concentraciones más altas o más bajas del AS y ASS de la antes mencionada tuvo efectos negativos en el peso seco total, siendo la óptima ASS 1×10^{-4} Molar.

La altura sólo se vio modificada por el ASS 1×10^{-4} Molar teniendo efectos positivos sobre las plántulas.

En el número de hojas no se observa cambio alguno.

El índice estomático para el lado adaxial fue disminuido por el AS y ASS por el contrario del lado abaxial que aumento en todos estos.

La densidad estomática del lado adaxial solo se vio afectada por el AS 1×10^{-3} Molar disminuyendo esta, y del lado abaxial solo el ASS 1×10^{-4} Molar fue el que modificó ampliamente la densidad estomatica.



LITERATURA CITADA

 www. Agroguías. Com. 1999. Comportamiento del cultivo del pimiento morrón. Argentina.

 www.paginasdeagrappa.com/arte_y_cultura/elchile/botánica.html.

 **Arcos, C.G., Hernández, H.J., Uriza, A. D. E., Olivera De los S.A. 1998.**
Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. Folleto Técnico. No 24.
División Agrícola. CIRGOC-INIFAP-SAGAR:205pp.

 Casseres, E. 1984 Producción de Hortalizas. Tercera Edición (Primera reimpresión). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.

 Chen, W., G. Chao, and K. B. Singh. 1996. The promoter of a H₂O inducible, Arabidopsis glutathione S-transferase gene contains closely linked OBF-and OBP1-binding sites. Plant J. 10: 955-966.

 González, M.M. y P.W. Bosland. 1991. Germoplasma de *Capsicum* de las Américas. Revista informativa para la comunidad internacional de los recursos filogenéticos. Diversity. Compañía Impresora Imperial. Vd. 7. Num 1 y 2, 1991. América Latina.

-  Guenkov G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
-  Gutierrez-Coronado, M. A., C. Trejo-López, and A. Larqué-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol. Biochem. 36:563-565.
-  Klessing. 1993. Interconversion of the salicylic acid signal and its glucoside in tobacco. Plant J. 4: 593-600.
-  Maroto, J. V. 1983. Horticultura Herbácea Especial. Editorial Mundo-Prensa. Madrid, España
-  Murphy, A. M., S. Chivasa, D. P. Singh, and J.P. Carr. 1999. Salicylic acid-induced resistance to viruses and other pathogens: a parting of the ways? Trends Plant Sci. 4: 155-160.
-  López Tejeda, R., V. 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.

-  Pérez G, Márquez Sánchez, Peña Lomelí. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Primera edición. Universidad de Chapingo. México D.F.
-  Rasking, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 43:439-463.
-  Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of saliciline and Alkali soils. Handbook No 60. U.S.D.A., U.S.A.
-  Sabrino, J. E y V. E. Sabrino, 1989. Tratado de Hortaliza Herbácea, 1-hortalizas de Flor y fruto . Primera Edición .Editorial AEDOS-BARCELONA. España.
-  Sanchez-Casas, P., and D.F. Klessing. 1994. A salicylic acid-binding activity and a salicylic acid-inhibitable catalase activity are present in a variety of species. Plant Physiol. 106:1675-1679.
-  Valadez, L.A. 1998. Producción de Hortalizas. Séptima Reimpresión. Editorial LIMUSA S.A. de C.V. México
-  Vilmorín, D. F. 1976. El cultivo del pimiento dulce tipo Bel. Editorial DIANA. México.