

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



**Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de
Pepino (*Cucumis sativus* L.)**

Por:

BEATRIZ RAMÍREZ NEGRETE

Tesis

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Pepino
(*Cucumis sativus* L.) .

Por:

BEATRIZ RAMÍREZ NEGRETE

Tesis

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada:

Dr. Manuel De La Rosa Ibarra

Asesor Principal

Dr. Ismael Cabral Cordero

Coasesor

M.C. Carlos Rojas Peña

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre del 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Gracias dios por el regalo mas valioso que es la vida, me has llenado de tantas bendiciones has estado con migo en todo momento, me has puesto tantas pruebas en mi camino que es para hacerme mas fuerte ante cada adversidad y en ti siempre he encontrado la fortaleza para seguir por el camino del bien.

Dr. Manuel De La Rosa Ibarra, Gracias mi apreciado DR. Por darme la oportunidad de ser parte de este proyecto, por su dedicación por su enseñanza, confianza, por ser una persona tan disciplinada, comprometido, respetuoso en este trabajo y por ser un buen amigo, me llevare mucho de usted una persona de un ejemplo de vida a seguir.

Al M.C. Carlos Roja Peña, Al Dr. Ismael Cabral Cordero y Biologa Teresa Ruiz De Leon: por ser parte de mi jurado y mis amigos, porque en todo momento me brindo su amistad y su apoyo de una forma incondicional cuando más lo necesite, es por eso que me atrevo a compartir este éxito de mi vida, gracias por todos sus comentarios positivos para que este trabajo se vea culminado.

Al M.C. Andrés Rodríguez Gámez, por ser parte de esta etapa de mi vida, por su amistad, cariño, confianza y apoyo en todo momento

durante mi estancia en la Universidad mil gracias siempre le estaré agradecida.

A mi **ALMA MATER**, por ser mi segundo hogar, por darme los mejor momentos de mi vida como estudiante siempre seré una orgullosa buitre y llevare el nombre de mi alma mater en alto.

Agradecimiento muy especial a todas a aquellas personas que formaron parte de este trabajo, siendo parte fundamental ya que con su ayuda, apoyo, hoy se ve realidad mi sueño.

DEDICATORIA

A mis Padres, a mis grandes amores quienes son el motivo de ser quien soy. Estoy inmensamente agradecida por su AMOR, confianza que me brindaron, por su apoyo incondicional, son tantos los motivos los amo. la vida no me alcanzara para regresarles todo lo que me han dado.

Al Sr. José Ramírez Zavala papi espero y te sientas muy orgulloso por este logro más en mi vida, a ti mi viejito hermoso siempre te estaré agradecida por lo mucho que me has apoyado, por tu amor, por tu confianza, por sembrar en mi tantos valores, principios y que gracias a ello. Ahora soy una mujer de bien.

A la Sra. Martha Negrete Ramírez, mí querida y adorada madre como regresarte tanto de lo que me has dado, desvelos desde niña, consejos, sin duda mi mejor amiga, eres mi razón de ser, un ejemplo a seguir. Te amo con todo mi corazón, eres la mejor de las mamas.

A mis hermanos, Elsa, Lupita, Adilene, Ramón(†), Benito, GRACIAS mi querida y hermosa familia, cada uno con tantas cualidades. Me han regalado mucha felicidad. Un angelito que nos cuida desde el cielo Ramón(†), mi amorcito siempre estás en mi corazón y en mis pensamientos han pasado ya casi 7 años y parece que fue ayer. Elsitita mi

hermanita tan linda siempre la que te apoya en todo momento la paciente la seria gracias por tus consejos y apoyo incondicional sobre todo por tu amor. Adi mi hermanita querida tan alegre, tan luchona, la chispa de alegría en la casa te quiero mucho hermanita gracias por regalarme tantos bellos momentos.

A mi hermanito Benito mi adorado hermano el mas peque de la familia te quiero mucho espero que cada consejo que te damos entiendas q es por tu bien y queremos lo mejor para ti. Espero también veas en tus hermanitas un ejemplo a seguir y seas mejor que nosotras en todo aspecto.

A mi 2da madre, mi Hermanita GUADALUPE quien siempre ha sido mi más grande admiración en la vida no tengo palabras para agradecer todo lo que has hecho por mi estoy y estaré inmensamente agradecida TE AMO hermana con todo mi corazón. Hace unos años mencionaste en tu tesis que tu y yo éramos como 2 gotas de agua muy iguales y con esto te confirmo lo que dijiste. Hay muchos planes, ilusiones, metas en la vida. Hermanita solo espero y te sientas muy orgullosa de mi.

A mis sobrinitos: Nataly, Yolandita, y Arely mis nenas son la alegría de la familia y por todos eso momentos tan hermosos que me

daban en cada vacaciones, las quiero mucho mis princesas espero y sigan el ejemplo de sus tías.

Al Sr. Fernando: siempre le estaré agradecida por todo su apoyo incondicional y por ser un verdadero amigo y un gran ser humano (fercho) lo recordare con un gran cariño.

Al Ing. Alberto Molledo: Gracias por todo su apoyo y dedicación en este trabajo siempre le estaré agradecida.

Al Ing. Juan Manuel cabello: Gracias por su amistad por su apoyo en todo momento, es un excelente ser humano, siempre le estaré inmensamente agradecida.

A un amigo muy especial M.C. Noe: quien en todo momentos me ha brindado su amistad incondicional, sabes que te quiero mucho por ser un gran ser humano siempre estarás en mi corazón.

A mis compañeras del internado: Mary, Gaby, Betty, kony, katy, merita y angelica, nunca olvidare tantos momentos de felicidad, sin dudas mis mejores amigas y compañeras las chicas del internado de alta

seguridad jajajaja. Las llevare siempre en mi corazón. Las quiero mucho niñas.

A mis amigos: Vicky, Sandi, Ricardo, Eliza, Irasema, Bere, Jasmin, Yesi, Etel, Gilberto, Eloy, rosy, blanquita, angelica, Elías, sin duda los mejores amigos con quienes comparti mis mejores 5 años de mi carrera. En especial mis queridas amigas Vicki y Sandi con quienes compartimos tantos bellos momentos nunca las olvidare gracias por su amistad, apoyo incondicional.

RESUMEN

La finalidad del trabajo fue evaluar crecimiento y desarrollo del cultivo de pepino aplicando ácido salicílico a diferentes concentraciones. Esta investigación se realizó en el invernadero de alta tecnología del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos (1×10^{-6} M, 1×10^{-7} M, 1×10^{-8} M, 1×10^{-9} M y testigo) en 3 repeticiones y siete muestreos. Las variables evaluadas fueron los coeficientes de partición de biomasa (CPB) en tallo, hoja y flor y fruto. A también se evaluaron los índices de crecimiento, Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Rasa de Asimilación Neta (TAN), Relación de Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF) y Área Foliar Especifica (AFE). Los CPB de tallo y flor el tratamiento de la concentración 1×10^{-8} M presentaron mayor partición de biomasa que las plantas tratadas con alguna otra de las concentraciones ya mencionadas. En el CPB de fruto el tratamiento de 1×10^{-7} M fue el que estimulo una precocidad mayor que las plantas testigo. Así también en la TCR y TAN la concentración de 1×10^{-8} M, reflejaron mejores resultados en comparación a los demás tratamientos, en RAF y AFE la concentración que sobresalió de los demás tratamientos fue la concentración de 1×10^{-9} M. Con los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que el AS puede ser utilizado en el cultivo de pepino para provocar precocidad en las plantas y obtener frutos antes que un cultivo sin aplicación de AS.

Palabras claves:(*Cucumis sativus* L.), Acido Salicílico, Índices de Crecimiento, Coeficientes de Partición de Biomasa.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL.....	4
HIPOTESIS.....	4
REVISION DE LITERATURA	5
Fitorreguladores.....	5
Acido salicílico.....	6
Origen del ácido salicílico	6
Clasificación del ácido salicílico	6
Funciones del AS.....	7
El acido salicílico en plantas	8
Acido salicílico y daño oxidativo.....	11
Acido salicílico y resistencia a los patógenos	12
Acido salicílico en cultivos de grano	13
Acido salicílico en cultivos de flor	14
Acido salicílico en hortalizas	16
Acido salicílico en cucurbitácea	18
Índices de crecimiento en diferentes cultivos.	19
Tasa de Asimilación Neta (TAN).....	20
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)	21
Área Foliar Específica (AFE).....	22
Relación de Área Foliar (RAF)	22
Relación de Peso Foliar (RPF).....	23
MATERIALES Y METODOS.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
INDICES DE CRECIMIENTO	37
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR).....	37
Tasa de asimilación neta (TAN).....	40
Relación de Área Foliar	43
RELACION DE PESO FOLIAR (RPF).....	45
AREA FOLIAR ESPECIFICA.....	48

CONCLUSIONES.....	51
LITERATURA CITADA.....	52

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para el Coeficiente de Partición de Biomasa (CPB) para un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	32
Cuadro 2. Análisis de varianza y comparación de medias para la Tasa de Crecimiento Relativa en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	37
Cuadro 3. Análisis de varianza y comparación de medias para Tasa de Asimilación Neta en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	40
Cuadro 4. Análisis de varianza y comparación de medias para Relación de Área Foliar en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	43
Cuadro 5. Análisis de varianza y comparación de medias para Relación de Peso Foliar en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	45
Cuadro 6. Análisis de varianza y comparación de medias para el Área Foliar Específica en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	48

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativo de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.....	39
Fig. 2. Comportamiento de la Tasa de Asimilación Neta de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.....	42
Fig. 3. Comportamiento de Relación de Área Foliar en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.....	44
Fig. 4. Comportamiento de la Relación de Peso Foliar de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.....	47
Fig. 5. Comportamiento de la Área Foliar Especifica de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.....	50

INTRODUCCION

Las fitohormonas son compuestos orgánicos producidos por la misma planta, que en bajas concentraciones regulan el proceso fisiológico de las mismas. Gran parte de las fitohormonas, tienen aplicación directa en la agricultura principalmente en el crecimiento y desarrollo (Neil *et al.*, 2001). Dentro de estos compuestos orgánicos se encuentra el ácido salicílico, una hormona fenólica considerada ahora como un regulador de crecimiento natural (Alvarez, 2000), que desempeña un papel importante en la regulación de una serie de procesos fisiológicos como el crecimiento, la fotosíntesis, el metabolismo de nitratos, producción de etileno, la producción de la floración (Raskin, 1992).

En México, desde 1976 se han realizado diversos trabajos que señalan la importancia del ácido salicílico (AS) en la bioproductividad de las plantas (Larqué-Saavedra, 1978), expresando efectos en el aumento de tamaño de planta, el número de flores, el área foliar y la aparición temprana de las flores. Efectos evidentes sobre el rendimiento de varias especies de cultivos se han logrado después de la aplicación exógena de ácido salicílico: un aumento en el rendimiento y el número de vainas se ha observado en el frijol (*Phaseolus vulgaris*) (Rendón, 1983). También (Gutiérrez-Coronado *et al.*, 1998), ha encontrado que el ácido salicílico aumenta significativamente el crecimiento de brotes y raíces, medidas después de siete días de tratamiento en invernadero como campo abierto. Aplicaron diferentes dosis de ácido salicílico concentraciones Molares de 10^{-4}M , 10^{-5}M , 10^{-6}M , 10^{-8}M en las tres variedades de trigo (Altar C84,

Oasis F86 y Opata M85), para la variedad de Altar C84 la dosis de 10^{-8} M arrojó los mejores resultados con incrementos de 900 Kg/ha en comparación al testigo y en Oasis F86 y Opata M85 la dosis de 10^{-4} M fue la mejor con aumentos de 500 kg/ha de diferencia.

En el cultivo de pepino se han hecho aplicaciones de ácido salicílico, demostrando que tienen un efecto significativo en el rendimiento por planta. (Martín y Larque, 2003). Lograron un incremento por 33% y un 25% en el rendimiento de pepino al aplicar AS en concentraciones de 10^{-6} M y 10^{-8} M respectivamente en comparación con el testigo.

En el cultivo de pepino durante el proceso productivo se presentan diversos problemas fisiológicos que influyen: el aborto de flores, y la caída de frutos, además también existen algunos factores abióticos como la salinidad o el estrés hídrico que ocasionan una disminución en el rendimiento del cultivo. Por lo anterior el agricultor obtiene bajos rendimientos, teniendo así pérdidas en el ingreso económico lo cual provoca una mala rentabilidad del cultivo.

Las formas de producir en la actualidad siguen una marcada tendencia hacia la búsqueda de nuevas alternativas en la producción agrícola y por eso la aplicación del ácido salicílico en el pepino se presenta como una opción viable, ya que dentro de los efectos fisiológicos que se le atribuyen se encuentra: la inducción de flores, la resistencia y tolerancia al estrés, así como el incremento de

crecimiento y desarrollo fisiológico del cultivo, Lo que generaría altos rendimientos y por lo consiguiente una mejor rentabilidad para los agricultores.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto del ácido salicílico en el crecimiento y desarrollo de un cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) en condiciones de invernadero.

HIPOTESIS.

Al menos una de las concentraciones de ácido salicílico utilizadas en éste trabajo modificará el crecimiento y desarrollo de plantas de pepino (*Cucumis sativus L.*) bajo condiciones de invernadero.

REVISION DE LITERATURA

Fitorreguladores

Las fitohormonas son compuestos orgánicos producidos por la misma planta, que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de las mismas (Coletto, 1995). Gran parte de las fitohormonas, tienen aplicación directa en la agricultura principalmente en el crecimiento (vegetativo, frutos, raíz) y desarrollo (Neil *et al.*, 2001). Los fitorreguladores son compuestos orgánicos de origen natural, que en pequeñas concentraciones, (partes por millón ppm) aceleran, inhiben o modifican de algunas formas de los procesos fisiológicos de las plantas, Ayala *et al.* (2000). Dentro de estos compuestos orgánicos se encuentra el ácido salicílico, una hormona fenólica considerada ahora como un regulador de crecimiento natural (Alvarez, 2000), que desempeña un papel importante en la regulación de una serie de procesos fisiológicos tales como el crecimiento, la fotosíntesis, el metabolismo de nitratos, producción de etileno, la producción de calor y la floración (Raskin, 1992).

La importancia del AS como regulador del crecimiento en plantas está reducida a pocos procesos. En algunos casos su presencia afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Por ejemplo AS reduce la síntesis de etileno y en algunas especies esto origina un retardo de la senescencia de flores o inducción de la floración (Martínez *et al.*, 2004).

Ácido salicílico

El ácido salicílico es un compuesto encontrado en todos los tejidos de las plantas y comenzó a sobresalir como molécula señalizadora en plantas cuando se descubrió su papel como inductor de la termogénesis en plantas de la familia Aráceae (Raskin, 1992). El ácido salicílico (AS) es un compuesto fenólico derivado del ácido benzoico involucrado en el metabolismo secundario de las plantas, además se ha identificado que el ácido benzoico y el ácido ortocumarico son precursores o intermediarios del ácido salicílico (Coquoz *et al.*, 1998).

Origen del ácido salicílico

El ácido salicílico 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 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 Bayer Company (Raskin, 1992).

Clasificación del ácido salicílico

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. 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 $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco. En algunos casos su presencia afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Por ejemplo AS reduce la síntesis de etileno y en algunas especies esto origina un retardo de la senescencia de flores o inducción de la floración (Martínez *et al.*, 2004). Partiendo de la observación de que la aspirina aumenta la vida en florero de las flores cortadas, probablemente por un efecto combinado de inhibición en la biosíntesis de etileno y celulosa en los tejidos (Ferrarese *et al.*, 1996) y de acidificación del medio, se sabe que el AS presenta propiedades de retraso de senescencia (Bourbouloux *et al.*, 1998), inductor de floración y tuberización así como de compuestos termogénicos y alelopáticos, entre otras (Raskin, 1992).

Funciones del AS

Una función reguladora muy especial del AS fue descubierta cuando se estudiaba el fenómeno de termogénesis en flores de especies de la familia Araceae. Previamente se conocía que este fenómeno estaba relacionado al proceso de respiración resistente a cianuro que involucra a la oxidasa alternativa. Hace varias décadas se postuló la hipótesis de una señal química o “calorígeno” que se movilizaba desde la flor masculina hacia el resto de la inflorescencia y muy posteriormente se evidenció que AS era capaz de inducir la oxidasa alternativa y la producción de calor en una planta del género *Arum* (Raskin, 1992). La producción de calor tendría como función atraer polinizadores

& CASARETTO 21 en este género de flores. Acaso el papel más estudiado del AS es su participación como molécula señal en defensas locales y regulación de la respuesta sistémica adquirida que se ejecuta en las plantas después de ser atacada por patógenos (Shah, 2003). Se ha determinado que incrementos de los niveles del AS en plantas invadidas por bacterias u hongos son necesarios para la manifestación de síntomas del ataque biótico y además coincide con la expresión de genes considerados de defensa que codifican para las llamadas proteínas relacionadas con patogenicidad o PR. Esta correlación y función de la hormona fueron demostradas además con la aplicación de agentes que bloquean la síntesis de AS o la expresión de genes que codifican para enzimas que degradan AS (Delaney *et al.*, 1994). Más aún, la aplicación de AS exógenamente es capaz no sólo de inducir la expresión de genes *PR*, sino también de conferir mayor resistencia contra patógenos. La acumulación local de AS en el sitio de infección generaría la movilización de una señal sistémica, probablemente metil-salicilato, la cual induce una respuesta sistémica adquirida responsable de la expresión de genes de resistencia en lugares distantes (Dempsey *et al.*, 1999). La regulación de la expresión génica mediada por AS involucra la proteína NPR1/NIM1, la cual forma complejos con factores de transcripción llamados TGA (de tipo bZIP) para regular promotores de genes *PR*. A su vez, la regulación de NPR1 a nivel de expresión es controlada por factores de transcripción de la clase WRKY (Yu *et al.*, 2001).

El ácido salicílico en plantas

El ácido salicílico se encuentra en las plantas en forma libre o en forma conjugada. A excepción de unas cuantas plantas como el arroz y la papa

generalmente no se encuentra gran cantidad de AS endógeno en forma libre. Las formas conjugadas son glicosidos, esteres, amidas y ácidos dihidroxibenzoicos. Se supone que cuando se requiere de AS una parte de ello proviene de las reservas de conjugados (Hennig *et al.*, 1993), mientras que otra parte proviene de la actividad de PAL (Raskin, 1992). Y en cuanto a la distinción entre la aplicación de AS o de ácido acetilsalicílico en las plantas no se ha detectado diferencias importantes entre uno y otro. Se supone que al acetilsalicílico es rápidamente convertido a AS en los tejidos tanto de plantas como de animales. Por lo que al AS cumple un papel muy importante en la transmisión de señales. Su actividad fisiológica más relevante ha sido demostrada como señal que interviene en la inducción de la resistencia sistémica adquirida, un efecto de respuesta de tipo inmunológica ante una infección por patógenos.

En los últimos años, el papel más estudiado del AS es su participación como molécula señal en defensas locales y regulación de la respuesta sistémica adquirida (RSA), que se ejecuta en las plantas después de ser atacada por patógenos (Shah, 2003). Se ha determinado que incrementos de los niveles del AS en plantas invadidas por bacterias u hongos, son necesarios para la manifestación de síntomas del ataque biótico y además coincide, con la expresión de genes considerados de defensa que codifican para las llamadas proteínas relacionadas con patogenicidad o genes PR. Esta correlación y función de la hormona fueron demostradas además con la aplicación de agentes que bloquean la síntesis de AS o la expresión de genes, que codifican para enzimas que degradan AS (Delaney *et al.*, 1994). Más aún, la aplicación de AS exógenamente

es capaz no sólo de inducir la expresión de genes *PR*, sino también de conferir mayor resistencia contra patógenos. La acumulación local de AS en el sitio de infección generaría la movilización de una señal sistémica, probablemente metil-salicilato, la cual induce una respuesta sistémica adquirida, responsable de la expresión de genes de resistencia en lugares distantes (Dempsey *et al.*, 1999). La regulación de la expresión génica mediada por AS involucra la proteína NPR1/NIM1, la cual forma complejos con factores de transcripción llamados TGA (de tipo bZIP) para regular promotores de genes *PR*. A su vez, la regulación de NPR1 a nivel de expresión es controlada por factores de transcripción de la clase WRKY (Yu *et al.*, 2001).

Enyedi *et al* (1992) al trabajar con tabaco, encontraron que la aplicación exógena de AS aumenta el nivel de AS endógeno en la parte atacada de la planta por el virus del mosaico del tabaco, aumentando la resistencia sistémica adquirida y reduciendo el área de la lesión, mencionando que los datos obtenidos apoyan la hipótesis de que el AS es un producto natural, que induce la patogénesis relacionado con las proteínas y la resistencia sistémica adquirida. También Rasmussen *et al* (1991) con sus resultados obtenidos apoyan que la aplicación exógena del AS, induce la resistencia sistémica adquirida pero que sus datos sugieren que el AS no es la señal sistémica primaria para inducir la resistencia sistémica adquirida en el cultivo de pepino.

El AS aplicado de forma exógena en concentraciones de 10^{-2} a 10^{-8} M, aumenta la biomasa de soya (Gutiérrez-Coronado *et al.*, 1998.), el rendimiento de trigo (López *et al.*, 1998) al igual que el rendimiento y la calidad de diversas

hortalizas, según se desprenden de los resultados de diferentes trabajos experimentales del grupo de Gutiérrez Coronado adscrito al Instituto Tecnológico de Sonora. 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.

Ácido salicílico y daño oxidativo

El daño o estrés oxidativo, se presenta cuando la producción de especies activas de oxígeno (EAO) rebasa la capacidad de los sistemas antioxidantes y de captura de radicales libres de la célula. Normalmente el nivel de EAO es alto cuando la planta se ve sometida a alguna condición de estrés biótico o abiótico. Aunque la presencia de EAO causa daño por oxidación de ADN, lípidos y proteínas, las plantas también hacen uso de las EAO en la disipación energética y como señalizadores desencadenantes de respuestas de adaptación y defensa (Draper, 1997). A su vez estas últimas se asocian con cambios morfológicos y fisiológicos de la planta (Inzé y Van Montagu, 1995). Es probable que el ácido salicílico tenga algún papel regulador sobre el balance de oxidación-reducción de las células vegetales, y ello tal vez explique la capacidad del AS de incluir respuestas tan variadas: como las respuestas fisiológicas, morfogénicas y adaptativas en las plantas. Lo anterior se sigue a partir del comprobado efecto del ácido salicílico, sobre la actividad de la catalasa y otras enzimas que controlan el nivel de las EAO (Raskin, 1992).

Acido salicílico y resistencia a los patógenos

La resistencia natural de las plantas a patógenos e insectos se basa en efectos combinados de barreras preformadas y mecanismos inducibles. En ambos casos, las plantas utilizan defensas físicas y bioquímicas en contra de los invasores. En contraste con la resistencia constitutiva, la resistencia inducida se basa en el reconocimiento del invasor y un evento subsecuente de transducción de señales que conduce a la activación de las defensas. El Acido Salicílico según, (Yaxi *et al.*, 2010) es considerado como una hormona necesaria para la defensa de la resistencia adquirida, tanto local como sistémica (SAR) en las plantas. Las infecciones por patógenos inducen la síntesis de AS a través de la expresión de la sin tasa de isocorismato 1 (ICS1), que codifica una enzima clave en la producción de AS. El ácido salicílico es conocido como una sustancia importante, que induce a la resistencia sistémica adquirida frente a los patógenos de las plantas, (Seong-Jin, 2004). De igual manera Rangel *et al* (2010), mencionan que las respuestas de las plantas contra el ataque de patógenos, resultan en cambios importantes en los niveles de varias fitohormonas dentro de las cuales el ácido salicílico juega un papel importante. El AS ha sido más conocido por su actividad regulatoria en plantas. Sin embargo, su participación como una molécula de señalización en plantas, específicamente durante las reacciones de defensa en contra de patógenos, ha llegado a ser evidente durante las últimas décadas. Debido a que el ácido salicílico, es una molécula de señalización importante que juega un papel fundamental en la defensa de la planta contra la invasión de patógenos, se investigó si la aplicación exógena de AS podría activar la

Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) contra *A. solani* en hojas de tomate. Esto indican que la raíz, elevar significativamente los niveles foliares de AS, inducir la PR-1B expresión génica, y activar la RAE que es eficaz contra *A. solani*, esto indica que el AS es una defensa contra patógenos, (Spletzer y Enyedi, 1999).

En estudios realizados Malamy *et al* (1999), aplicación de forma exógena ácido salicílico en el cultivo de tabaco e induce genes PR y a la resistencia, contra el virus del mosaico, estos hallazgos sugieren que las funciones de ácido salicílico es de transducción de señales naturales. El tratamiento de ácido salicílico que se aplicó de forma exógeno estimula la resistencia en el virus del mosaico del pepino y el virus del mosaico del tabaco, estos indican que puedan ser resistentes en cualquier variedad de estas especies, solo en especies mutantes, (Lewsey y Carr, 2009)

Ácido salicílico en cultivos de grano

Se han realizado investigaciones en el cultivo de trigo. (López *et al.*, 1998) con tres variedades de trigo señal que el AS muestra una gran influencia sobre el rendimiento. Para la variedad Altar C84 la dosis de 10^{-5} M arrojó los mejores resultados con incrementos de 900 kg ha^{-1} en relación al testigo y en Oasis F86 y Opata M85 la dosis de 10^{-4} M fue la mejor, con aumentos de 500 kg ha^{-1} de diferencia. Por otra parte, ácido salicílico mostro deficiencia en el arroz que es hipersensible al daño oxidativo causado por el tratamiento paraquat, nuestros resultados sugieren que AS tiene un papel importante para modular el equilibrio redox y proteger a las plantas de arroz del estrés oxidativo. Con las diferentes

concentraciones de ácido salicílico, Khodary (2004), mejoró la tolerancia al estrés del cultivo de maíz en términos de mejora en medida de los criterios de crecimiento de las plantas de maíz. El ácido salicílico parece estimular la tolerancia a la sal en maíz mediante la activación del proceso de la fotosíntesis. También al aplicar concentraciones de AS en el cultivo de maíz se mejoró la tolerancia a la salinidad en el maíz en términos de mejorar la medida de los criterios de crecimiento de las plantas. SA parece estimular la tolerancia en el maíz mediante la activación del proceso de la fotosíntesis. Khodary (2004). Por su parte, Németh *et al* (2002), Concluyeron que el ácido salicílico a una concentración de 0,5 M en pre-tratamiento, la semilla de maíz, aumentó la tolerancia a frío, causó un aumento de la sensibilidad a la sequía, esto en el cultivo.

Ácido salicílico en cultivos de flor

Algunos estudios han demostrado que las condiciones de estrés, inducen la floración temprana en ciertas especies de plantas descritas como evasoras ya que el estrés estimula la acumulación de fitohormonas como el ácido abscísico, el etileno y otros metabolitos como el ácido salicílico, que están involucrados en el proceso de floración (Larqué y Wain, 1974).

El AS tiene un papel importante en dos fenómenos fisiológicos, en la resistencia de plantas y en la producción de calor en las inflorescencias de las familias *Araceae* y *Palmaceae* (Raskin, 1992). Entre los análogos del ácido salicílico, sólo dos compuestos pueden inducir el mismo efecto: el ácido acetilsalicílico (aspirina) y el ácido 2,6- dihidroxibenzoico. El AS se produce en

hojas jóvenes, meristemas florales y vegetativos y es transportado vía floema. Se encuentra en las plantas en forma de conjugados de azúcares, como son ésteres de glucosa y glucósidos, como la salicina, que por acción enzimática o mediante ácidos, se hidroliza en glucosa y saligenina, esta última por oxidación general del AS (Umetamy *et al.*, 1990).

El efecto de la aplicación de AS en la floración fue reportado por Cleland y Tanaka (1979), quienes encontraron que esta hormona podría sustituir el estímulo del fotoperiodo en *Lemna gibba*, una planta de día largo. Este hallazgo fue considerado importante en esta línea de investigación con salicilatos. Así también En investigaciones anteriores, se encontró que en violeta africana (*Saintpaulia ionantha*), una planta de día largo tratada con 0.1 nM de AS aumentó el número de flores en 75 % (Martin *et al.*, 2005).

Villanueva *et al.*, (2009) Al aplicar diferentes concentraciones de AS en flores de crisantemo, se reportaron que el diámetro del tallo fue mayor en las plantas asperjadas con AS que en las plantas testigo, siendo el tratamiento 1×10^{-8} M en el que se obtuvieron los valores más altos (8.9 mm). Además el ácido salicílico en concentraciones de 1×10^{-6} , 1×10^{-8} y 1×10^{-10} M incrementaron de manera significativa el peso de materia fresca y seca de follaje y raíz, volumen de raíz y área foliar. Y cabe mencionar que se obtuvo una floración a los 113 Días Después del Transplante (DPT) alcanzando el mayor diámetro de la flor (13.6 y 12.6 cm) con los tratamientos 1×10^{-8} y 1×10^{-10} M, respectivamente.

También Martín *et al.* (2009) realizaron aplicaciones de AS en flores de Petunia y los análisis de los resultados mostraron que todas las concentraciones probadas de AS incrementaron el número de flores abiertas por planta.

Concentraciones tan bajas como de 1pM a 1pM de AS indujeron respuestas positivas en 33 % y 37 %, en comparación con el testigo. La concentración más alta, de 1 mM, aumentó no sólo el número de flores en 72 %, sino también indujo la floración seis días antes.

Acido salicílico en hortalizas

Investigaciones recientes por parte de Benavides-Mendoza, (2002) realizó aplicaciones de Acido benzoico (AB) y Acido salicílico (AS) en diversas hortalizas como col, brócoli, rabanito, lechuga y coliflor, obteniendo aumentos significativos en los rendimientos de esas especies. Mientras que, (Eugenio, 2003), evaluó la cantidad de biomasa en el cultivo de papa, aplicándose de forma foliar el ácido salicílico a concentraciones de 10^{-4} y 10^{-3} M, bajo condiciones de invernadero, y los resultados mostraron que la concentración de 10^{-4} M incrementa de manera significativa la cantidad de biomasa, con respecto al testigo en un 13%.

En México, desde 1976 se han realizado diversos trabajos que señalan la importancia del ácido salicílico (AS) en la bioproduktividad de las plantas, Larqué-Saavedra (1978), expresa un efecto en el aumento de tamaño de planta, el número de flores, el área foliar y la aparición temprana de las flores en el cultivo de chile (Larqué-Saavedra y Martin-Mex, 2007). Al igual investigaciones como las de Nexticapan-Garcés, *et al*, (2009), demostraron que la aplicación de ácido salicílico incrementó significativamente, el número de frutos de chile producidos por planta en 24 y 29% a concentraciones de 10^{-6} y 10^{-10} molar de ácido salicílico comparado con el testigo. Así mismo las concentraciones de 10^{-6} , 10^{-8} , 10^{-10} M de

AS incrementaron significativamente el rendimiento en 29.17%, 24.4% y 19.05% respectivamente con respecto al testigo.

Ramírez *et al* (2009) al trabajar en chile jalapeño, demostró que la aplicación de AS incrementó el rendimiento por planta mostrando incrementos estadísticos en las tres etapas referidas con aplicación de P-Ca (100, 150 y 200 mg·litro⁻¹) en forma individual o en combinación con AB (Acido benzoico) y AS (1x10⁻⁶ M). Así también se realizó una investigación aplicando AS en chile jalapeño y sus resultados indican, que la aplicación de este ácido a las plantas de chile aumentaron significativamente la producción de biomasa foliar, en raíz y total, principalmente en las dosis de 0.1 y 0.2 M. Por otro lado, los tratamientos de 0.1 y 0.2 M de AS tuvieron un efecto positivo en la producción de frutos. Así mismo, la actividad fotosintética presentó un comportamiento similar a la acumulación de biomasa y producción de frutos por planta, sobresaliendo los tratamientos 0.1 y 0.2 M de AS con la máxima actividad fotosintética (Sánchez-Chávez *et al.*, 2011).

Larqué-Saavedra *et al* (2010). aplicaron AS en un cultivo de tomate y señala que el AS incrementó significativamente la altura, el área foliar, el peso fresco y seco del vástago, así como la longitud, el perímetro y el área de la raíz. El tratamiento de 1mM de AS, incrementó la longitud de la raíz 43 %, 14.8 % el tamaño del tallo y 38.6 % el área foliar en comparación con el control. Mientras que Yildirim y Dursun (2009) demostraron, que los tratamientos con AS aumentaron el crecimiento y desarrollo en un cultivo de tomate, al aplicar la concentración de 0.50 M, en comparación con el testigo

Acido salicílico en cucurbitácea

Larque (2009) en el cultivo de sandía se aplicaron diferentes tratamientos de 10^{-6} a 10^{-8} M, un regulador comercial y el testigo. Donde demuestran que 10^{-6} M, tiene un incremento significativo con un 47% de frutos por bloques mientras que 10^{-8} M, un regulador comercial no presentaron diferencia significativa al obtener menos rendimiento que el testigo, con respecto al rendimiento por bloque (kg) el tratamiento de 10^{-6} sigue teniendo resultados significativos pero con un 68% con respecto al testigo y el tratamiento 10^{-8} obtuvo un 6% de incremento y el regulador comercial está por debajo del testigo

Sedano *et al.*, (2005) en el cultivo de calabacita reporto los resultados que se presentaron en la distribución de biomasa, donde la planta asigno durante su ciclo 59.4% a hojas, 29.5% a fruto inmaduro y 6.5% a tallo, durante los primeros días, luego la planta y sus órganos crecieron en forma sigmoideal.

Estudios anteriores han demostrado que el pepino, en la proteína receptora de AS es una catalasa con alta afinidad por el AS y que muestra inhibición en presencia de este último compuesto (Chen *et al.*, 2009). Por otra parte Martínez y Larque (2003), asperjaron ácido salicílico a concentraciones de 10^{-6} a 10^{-8} M en tres ocasiones en plantas de pepino Europeo (*Cucumis sativus* L), cultivado bajo condiciones de invernadero para determinar los efectos sobre el rendimiento. Los cuales mostraron que el rendimiento fue incrementando en un 33% y 25% por los tratamientos de 10^{-6} y 10^{-8} M en comparación con el control. Mientras que Eugenio (2003), evaluó la cantidad de biomasa en el cultivo de papa, aplicándose de forma foliar el ácido salicílico a concentraciones de 10^{-4} y 10^{-3} M, bajo

condiciones de invernadero, y los resultados mostraron concentración de 10^{-4} M incrementa de manera significativa la cantidad de biomasa, con respecto al testigo en un 13%.

Índices de crecimiento en diferentes cultivos.

El análisis de crecimiento, es una aproximación cuantitativa para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas (Quezada, 2005).

Es una técnica que utiliza modelos matemáticos para cuantificar la relación existente entre el crecimiento de una planta, la producción de materia seca y la expansión de área foliar, entre estos factores y una condición ambiental como la luz, el agua o los nutrientes (Clavijo, 1989). Las técnicas de análisis del crecimiento en plantas son una herramienta poderosa de comparación. El análisis de crecimiento, tiene la gran ventaja de proveer medidas precisas del funcionamiento de la planta a través de intervalos de tiempo (Hunt, 1990). dentro de los índices de crecimiento, se pueden encontrar unas variables como: tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo, relación de área foliar, relación de peso foliar y área foliar específica los cuales se describen a continuación.

Para la determinación de las etapas de desarrollo de las plantas, y conocer el patrón de distribución de la fotosíntesis, se utilizan las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo para un mejor análisis. en el crecimiento del cultivo, se miden cambios en el peso seco durante el ciclo del cultivo, las variables analizadas y estudiadas para el análisis de crecimiento y desarrollo son: Tasa de

Crecimiento Relativo (TCR), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Relación de Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF), Área Foliar Específica (AFE), Índice de Cosecha (IC) Tasa de Crecimiento de la parte Cosechable (TCFruto) existen diferentes investigaciones donde aplican los índices de crecimiento.

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Desde 1906 se trabajó en la búsqueda de un índice de eficiencia de un cultivar o de una especie como productor de materia seca, pero fisiólogos y matemáticos encontraron en 1920 un índice, que denominaron "Tasa de Asimilación Neta" (TAN), que expresa el aumento de peso total de la planta, en función del área foliar y por unidad de tiempo (Montaldi, 1995).

Sedano *et al.*, (2005) reportan que en el cultivo de la calabacita La TAN, mostró una tendencia creciente en los primeros 33 días después de la siembra (dds), fecha en que alcanza su máximo valor; en seguida se redujo drásticamente, excepto de los 48 a los 62 días, periodo en que los frutos crecen más rápido, por lo que se le atribuyó a la senescencia foliar. Estos mismos resultados fueron obtenidos por Olayinka *et al* (2009) en un cultivo de tomate y reportan que la declinación en la TAN podría ser, debido a la reducción en la actividad fotosintética de las hojas a medida que estén senescentes y mueren.

Por su parte Aguilar *et al* (2006) al trabajar en un cultivo de papa, encontraron que la TAN disminuyó con la edad del cultivo, los valores máximos se encontraron al inicio del desarrollo en los primeros 20 de la TAN disminuyó, debido

posiblemente a la fotosíntesis neta por aumento de respiración o reducción del área fotosintética (Moorby, 1970)

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

La TCR es el componente básico del crecimiento, este índice representa la acumulación de biomasa entre dos tiempos y es el único componente que no requiere el conocimiento del tamaño del sistema asimilatorio.

Aparecida y Orika (2008), reportaron que hubo una variación en la TCR de *Salvia officinalis*, la cual estuvo muy marcada, observándose los valores más altos en la primera colección, a los 47 DAT, y a partir de ahí, se presentó una tendencia a la disminución.

La disminución de la TCR también fue observada por Barreiro *et al* (2006) en las plantas de *Ocimum basilicum* L. (albahaca), en la cual se observa que la fase inicial presenta una acumulación rápida de material vegetal, a partir de aquí el comportamiento tiende a disminuir con los muestreos. Esta disminución se explica por el aumento de la actividad respiratoria y el auto sombreado, el cual aumenta con la edad de la planta.

Así también Ascencio (1972) reportó que la TCR en un cultivo de frijol disminuyó desde la germinación hasta el inicio de la floración, y aumentó al producirse el crecimiento de los frutos, para posteriormente disminuir hasta el inicio de la maduración de las vainas y finalmente disminuir con la senescencia del cultivo.

Área Foliar Específica (AFE)

El área foliar específica, es un componente morfológico porque es determinado por la concentración de materia seca y el grosor de la hoja, así entre mayor sea el AFE menor será el grosor de la hoja y viceversa. Con el desarrollo de las plantas, se aumenta el área foliar y la materia seca de las hojas, tienden a disminuir en esta variable (Benincasa, 1998) al trabajar con el cultivo de tomate, observaron un efecto en el aumento en AFE hasta los 45 días de crecimiento vegetativo y pudo destacarse, que las hojas son más delgadas al crecer en condiciones de menor irradiación. El AFE disminuyó después de los sesenta días de crecimiento de la planta. Y se considera que este índice representa el costo energético o material para la formación de una unidad de superficie foliar. Así también Rincón *et al* (2001,) encontraron resultados similares en un cultivo de coliflor ya que el área foliar específica (AFE) presentó el valor máximo en el momento del trasplante, disminuyendo posteriormente con el paso del tiempo.

Relación de Área Foliar (RAF)

La relación de área foliar, representa el área de la hoja por unidad de masa de la planta. Esta misma tendencia en la RAF en el comienzo del ciclo vegetativo, disminuye con la maduración de la planta y por lo general se ha observado en diferentes cultivos. Aparecida y Orika (2008) al trabajar con *Salvia officinalis* reportaron que en general, todos los tratamientos, excepto el testigo, presentaron una disminución constante en la RAF. Estos resultados son similares a los de Barreiro *et al* (2006), quienes observaron una máxima expresión, en el primer

resultado obtenido de RAF en un cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), disminuyendo con respecto a su etapa fisiológica.

Relación de Peso Foliar (RPF)

La relación de peso foliar, es la masa de la hoja por unidad de masa de la planta o medida del reparto de la biomasa de la hoja contra la otra parte de la planta. La RPF es alta en las primeras semanas del crecimiento, donde el valor se mantiene constante alrededor de 0.63 gramos de hojas por gramos de peso seco total o sea que el 63% de peso total de la planta está integrado por la hojas. Durante la floración y fructificación, se observa una disminución en este valor debido al traslado de fotosintatos hacia los órganos en formación. (Ascencio, 1972). También se observó la variación de la RPF a lo largo del desarrollo de la planta de tomate. Los valores de este parámetro se mantuvieron más o menos constantes desde el inicio del desarrollo hasta los 75 días, representando un alto porcentaje del peso seco total (Geraud *et al.*, 1995).

En un cultivo de algodón, se observó que los valores más altos de RPF se presentaron en las primeras fases de crecimiento de las plantas, y que tienden a declinar conforme avanza la edad del cultivo, esto se debe a que en las primeras fases de crecimiento las plantas invierten la mayor parte de los fotoasimilados, en el establecimiento de su aparato fotosintético, cantidad que va disminuyendo gradualmente a medida que la planta acumula una mayor cantidad de carbohidratos en otros órganos de la planta, especialmente en los reproductivos (Palomo *et al.*, 2003)

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevo a cabo durante el periodo otoño-invierno, en el invernadero de alta tecnología perteneciente al Departamento de Forestal, que se encuentra ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El invernadero tiene una orientación Norte-Sur, la pared húmeda está ubicada hacia el norte y la puerta de acceso se encuentra al sur, la temperatura es controlada en los 22°C en el día y 18°C por la noche, el tipo de material con que fue construido es de policarbonato doble, con capa para filtrar rayos UV con un grosor de 1.6 cm, y el sistema de extracción 4 en la pared húmeda, cuenta con 6 ventiladores, sistema de calefacción FANGETT que consiste en 2 tubos de polietileno que distribuye el aire caliente solo en invierno, un sistema de riego programable de aspersión aérea con 40 aspersores, cortinas de poliéster con tiras de aluminio reflectoras automáticas.

La superficie en la cual se estableció el experimento fue de 20 m². Esta área se mantuvo en condiciones higiénicas y por ello se retiraron los objetos o residuos que pudiesen contaminar el experimento. Se utilizó semilla de pepino (*Cucumis sativus* L.) de la variedad Poinsett 76 de crecimiento indeterminado, en seguida se llenaron las macetas de polietileno de color negro con medidas de 30x22 cm que da para capacidad de 3.5 kg. Se llenaron y se les hizo dos perforaciones en la parte inferior a una altura de la base de 3 cm, para contar con un buen drenaje.

El tipo de suelo natural es arcilloso, primero se cribó y después se mezcló con peat most y perlita en una relación de 1:1:1. Se removió con la ayuda de palas, al ver una humedad de manera uniforme, se dejó reposar por 24 hrs y se

repitió el procedimiento de remover la tierra. posteriormente se hizo el llenado de macetas y se aplicó 2 gr de fertilizante Triple 17 tomando como muestra una tapita de refresco esta aplicación fue a la mitad del llenado de la maceta para que se distribuyera bien el fertilizante, para sembrar se depositaron 3 semillas a una profundidad de 2 cm para tener una profundidad similar a todas se tomó una medida con una estaca marcados los 2 cm de profundidad, la posición de las semillas no deben ser amontonadas hacia el centro ni tampoco ponerlas muy a los extremos considerando una posición ideal, para el momento del aclareo queden en una posición adecuada. Se sembraron las 3 semillas por maceta ya que el porcentaje de germinación de esta variedad es de 90 % y de esta manera se asegura tener mínimo una planta por maceta. En seguida se realizó un riego muy ligero.

En el área disponible de 20 m², se tomó en cuenta 2 pasillos para las labores culturales, el espacio que se dejó entre los pasillos fue de 50 cm y el espacio que hubo entre macetas fue de 40 cm, obteniendo de esta manera 7 plantas por m² y dando un total de 115 plantas. Las 105 que se utilizaran para los 5 tratamientos y las otras 10 plantas serían para reposición, 2 disponibles para cada tratamiento.

El riego se realizó todos los días, después de la siembra, cabe mencionar que la etapa fisiológica de la plantas determina necesidad o cantidad de agua que requiere cada una de ellas.

Al tener una buena humedad se desarrollan las malezas, lo cual ocasiona competencia para la planta de interés, es por ello, que se debe realizar esta

actividad cada vez que se presentó en el cultivo en sus diferentes etapas fisiológicas. Ya después de que se realizó el deshierbe se logro apreciar mejor las plantas de interés. Se hizo el aclareo de plantas de pepino ya que cada maceta había 3 plantas y solo se tenía que dejar una. Se dejaron las plantas que se acoplaron a la altura de la mayoría, todo esto para no tener desventaja de las demás. La actividad se realizó aproximadamente a los 20 días después de haber sembrado, este tiempo transcurrido la planta alcanzo una altura de aproximadamente 15 cm.

Se aplicaron 5 concentraciones que fueron de: $10^{-6}M$, $10^{-7}M$, $10^{-8}M$, $10^{-9}M$, y el testigo. Para hacer las concentraciones, se pesaron 0.136g de AS en una balanza analítica (ADN modelo GR-120) y se le agregaron 2 ml de alcohol etílico en un tubo de ensayo, se disolvió en un matraz con capacidad de un litro se aforo con agua destilada, y obtuvo una concentración de $10^{-3}M$, y de esta solución se consiguen las demás concentraciones. De la solución $10^{-3}M$, tomo 1ml y se agrego a un litro de agua destilada y obtuvimos la concentración de $10^{-6}M$, y nuevamente de esta concentración se tomo 1ml y se aplico a un litro de agua destilada y de esta manera se obtuvo la concentración de $10^{-9}M$, y ahora de la concentración $10^{-6}M$, se tomaron 10ml para disolverse con 990 ml de agua destilada y se obtiene la concentración de $10^{-7}M$, de esta concentración se tomaron 100 ml y se agregaron 900 ml de agua destilada y alcanzo la concentración de $10^{-8}M$, y de esta manera se realizaron las 4 concentraciones de las diferentes dosis, el testigo fue solo agua destilada.

Se realizaron 2 aplicaciones de ácido salicílico en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). La primera aplicación se realizó a los 25 días de haber sembrado y a los 10 días transcurridos de la primera aplicación será la segunda aplicación. La manera en la que se llevo a cabo la aplicación fue manual con la ayuda de atomizadores de capacidad de 500 ml se utilizo un atomizador para cada tratamiento, fue necesario marcar los atomizadores con cada tratamiento para evitar mezclar los residuos de las diferentes concentraciones. Y de esta manera se evito que se mezclaran los residuos de las diferentes concentraciones, Al momento en el que se aplicó el AS se utilizó una caja de cartón que fue una barrera para evitar que llegue el tratamiento a otras plantas y se mezclen las diferentes concentraciones. La aplicación fue distribuida en las hojas sobre el haz y envés, esto se realizó cuidadosamente con cada una de las hojas para evitar maltratarlas o romperlas.

Para el tutorado se utilizó hilo de polipropileno (rafia) y alambre de acero inoxidable se coloco en cada hilera de las macetas ya acomodadas, el tutor horizontal será con el hilo de acero inoxidable y la rafia va en el tutorado en posición vertical a una altura de 2.5 m, a cómo va creciendo la planta se va sujetando al hilo. Esta actividad es muy importante ya que esta planta crece de una manera vertical y es una enredadera, el tutorado le ayudó para que se fuera guiando y soportando el peso de los frutos y les facilitara las actividades culturales. La planta se mantuvo erguida, pero se tuvo que estar guiando para que no se enredara con las demás plantas. La actividad se realizó cuando la planta lo requería esto fue aproximadamente a los 40 días después de a haber sembrado.

El control fitosanitario fue con respecto a las plagas, enfermedades y virus que se presentaron en nuestro cultivo, las plagas que se presentaron en este cultivo es la mosquita blanca, pulgón, diabrotica, trips, para ello se contaba con la ayuda de los insecticidas adecuados para cada situación que se nos presentaron, las plagas que mas atacaron al cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) uno de los insecticidas más usado fue Confidor 350 ml. por que ataca a la mayoría de las plagas ya mencionadas y para el caso de bacterias el recomendado por su eficiencia Agrimycu-500-Estreptomicina+Oxitetraciclina

El diseño experimental que se utilizó en esta investigación fue completamente al azar, para el cual se realizó un sorteo para etiquetar a cada maceta con los 5 diferentes tratamientos que consisten en (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} M de AS y el testigo) con 3 repeticiones y 7 muestreos, teniendo un total de 105 plantas. Como unidad experimental se tomo una planta por tratamiento.

Las variables dependientes que se tomaron para esta investigación se encuentran dentro de las variables agronómicas. Que fueron las siguientes: área foliar, peso fresco de fruto, peso seco total, número de fruto por planta, peso seco de hoja, peso seco tallo, peso seco de flor. Los muestreos se iniciaron una semana después de la segunda aplicación del tratamiento y se realizaron con una diferencia de 10 días entre cada uno. Se tomaron 3 plantas de cada tratamiento teniendo un total de 15 plantas por muestreo, fueron disecadas dentro del invernadero y después fueron trasladadas al laboratorio donde se tomaron los datos correspondientes a cada variable; para tomar el peso seco se colocaron cada una de las partes en bolsas de papel estraza y posteriormente fueron

llevadas a una estufa de secado (Felisa, modelo 293A) a una temperatura de 75 °C durante 48 horas para deshidratarla, finalizando con el pesado de las muestras en una balanza analítica (AND, Modelo GR-120) para obtener los resultados de peso seco de cada variable. La variable peso fresco de fruto se obtuvo únicamente pesando los frutos por planta en una balanza; para la variable de área foliar se utilizó el medidor de área foliar (LI-COR.inc, modelo LI-3100). La medición de esta variable consistió en tomar cada una de las hojas y pasarla por la banda sin fin que automáticamente da los resultados de área en cm^2 . Del total de los datos obtenidos de los 7 muestreos y las variables agronómicas, se saco el coeficiente de partición de biomasa y posteriormente se calcula los índices de crecimiento.

Para determinar el coeficiente de partición de biomasa incluye el peso seco de sus órganos de la planta y para obtener el CPB de hoja se utilizó $\text{PSHoja}/\text{PSTotal}$; para tallo $\text{PSTallo}/\text{PSTotal}$ y para flor $\text{PSFlor}/\text{PSTotal}$. El CPB se expresa en porcentaje indicando en gramos la cantidad de materia que se enviara a cada órgano de la planta. De esta manera se obtuvo el porcentaje de biomasa que fue destinado a cada órgano de la planta para su crecimiento y desarrollo.

Para determinar los índices de crecimiento se tomo en cuenta la Tasa de Asimilación Neta (TAN), Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Relación de Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF) y Área Foliar Específica (AFE).

La Tasa de Asimilación Neta, se obtuvo restando el peso total dos menos el peso total uno entre el intervalo de días de cada muestreo, multiplicando por

logaritmo natural de área foliar dos menos el logaritmo natural uno dividido entre área foliar dos menos área foliar uno, matemáticamente se expresa:

$$TAN = ((PS_2 - PS_1) / (t_2 - t_1)) \cdot ((\ln AF_2 - \ln AF_1) / (AF_2 - AF_1)).$$

Las unidades en las expresa son: $g \cdot cm^{-2} \cdot dia^{-1}$

La Tasa de Crecimiento Relativo, se obtuvo al sacar el logaritmo natural de peso seco total dos, menos el logaritmo natural de peso seco total uno entre el intervalo de días entre cada muestreo. Las unidades matemáticamente se expresa:

$$TCR = ((\ln(PST_2) - \ln(PST_1)) / (t_2 - t_1)).$$

Expresada en unidades: $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$.

La Relación Área Foliar se obtuvo, al dividir área foliar uno entre peso seco total uno más área foliar dos entre peso seco total dos entre la constante dos, matemáticamente se expresa en:

$$RAF = ((AF_1 / PS_1) + (AF_2 / PST_2)) / 2.$$

Expresada en unidades: $cm^2 \cdot g^{-1}$.

La Relación Peso Foliar se obtuvo, al dividir peso seco de la hoja uno entre el peso seco total uno y se suma el peso seco de la hoja dos entre el peso seco total dos dividido con la constante dos. Matemáticamente se expresa como:

$$RPF = ((PSH_1 / PS_1) + (PSH_2 / PS_2)) / 2.$$

Las unidades se expresan: g/g

El Área Foliar Específica se obtuvo, al dividir área foliar uno entre peso seco de la hoja uno sumado al área foliar dos entre el peso seco de la hoja dos dividido entre la constante dos, matemáticamente se expresa como:

$$AFE = ((AF_1/PSH_1) + (AF_2/PSH_2))/2.$$

Las unidades en que se expresa son: $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis de varianza para los coeficientes de partición de biomasa, mostraron que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos para ninguna de las variables en ninguna fecha de muestreo, sin embargo, es posible apreciar diferencias numéricas notables. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para el Coeficiente de Partición de Biomasa (CPB) para un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	variable	Fechas de muestreos						
		17/05/2011	27/05/2011	06/06/2011	16/16/11	26/06/2011	06/07/2011	16/07/2011
10 ⁻⁶ M de AS	CPBHOJA	0.749A©	0.663A	0.646A	0.638A	0.532A	0.538A	0.531A
10 ⁻⁷ M de AS		0.746A	0.664A	0.621A	0.624A	0.528A	0.486A	0.42A
10 ⁻⁸ M de AS		0.746A	0.657A	0.645A	0.647A	0.582A	0.531A	0.539A
10 ⁻⁹ M de AS		0.743A	0.633A	0.636A	0.673A	0.568A	0.593A	0.52A
Testigo		0.736A	0.662A	0.657A	0.671A	0.581A	0.569A	0.494A
C.V (%)		4.57	3.8	3.65	4.55	14.69	8.74	10.78
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
10 ⁻⁶ M de AS	CPBTALLO	0.25A	0.324A	0.288A	0.265A	0.207A	0.209A	0.205A
10 ⁻⁷ M de AS		0.253A	0.326A	0.294A	0.26A	0.208A	0.246A	0.198A
10 ⁻⁸ M de AS		0.253A	0.329A	0.282A	0.273A	0.281A	0.221A	0.205A
10 ⁻⁹ M de AS		0.256A	0.356A	0.289A	0.248A	0.222A	0.221A	0.196A
Testigo		0.263A	0.329A	0.276A	0.258A	0.226A	0.248A	0.2A
C.V (%)		13.31	6.94	5.95	12.07	17.05	19.9	21.31
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
10 ⁻⁶ M de AS	CPB FLOR		0.011A	0.057A	0.043A	0.022A	0.032A	0.016A
10 ⁻⁷ M de AS			0.009A	0.058A	0.045A	0.034A	0.023A	0.019A
10 ⁻⁸ M de AS			0.013A	0.062A	0.051A	0.036A	0.03A	0.017A
10 ⁻⁹ M de AS			0.01A	0.05A	0.048A	0.034A	0.032A	0.019A
Testigo			0.007A	0.058A	0.042A	0.027A	0.032A	0.02A
C.V (%)			65.8	13.76	21.31	35.53	36.85	30.47
			NS	NS	NS	NS	NS	NS
10 ⁻⁶ M de AS	CPB FRUTO			0.008A	0.053A	0.237A	0.219A	0.246A
10 ⁻⁷ M de AS				0.026A	0.071A	0.228A	0.243A	0.362A
10 ⁻⁸ M de AS				0.009A	0.028A	0.1A	0.216A	0.237A
10 ⁻⁹ M de AS				0.023A	0.029A	0.174A	0.152A	0.263A
Testigo				0.007A	0.027A	0.164A	0.148A	0.285A
C.V (%)				98.71A	63.96	65.52	39.84	23.56
				NS	NS	NS	NS	NS

C.V= Coeficiente de variación. N.S=Diferencia no significativa ©= Medias seguido de la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo a la prueba de DMS al 0.05

En el primer muestreo, se observa que las plantas testigo distribuyeron el 73 y 26% de cada gramo de su biomasa nueva producida hacia las hojas y tallos respectivamente. En este muestreo, todas las plantas asperjadas con AS enviaron mas biomasa a formar hojas comparadas con el testigo, siendo las plantas con la concentración de $1 \times 10^{-6} \text{M}$ las que más biomasa dedicaron a formar hojas con el 74.9%. En cambio las plantas testigo destinaron un mayor porcentaje de biomasa a formar tallos con el 26%. Mientras que las plantas tratadas con AS enviaron el 25% en general hacia esta estructura.

En el segundo muestreo, se muestra una tendencia general a disminuir el envío de biomasa hacia las hojas, tanto de las plantas testigo como las asperjadas con AS y un incremento de biomasa hacia los tallos además de que en este muestreo ya aparecen las primeras flores. En esta fecha, las plantas asperjadas con AS $1 \times 10^{-7} \text{M}$ superaron ligeramente a las plantas testigo con la biomasa destinada hacia las hojas. Con respecto al CPB Tallo, las plantas tratadas con AS $1 \times 10^{-9} \text{M}$ destinaron mas biomasa a la formación de esta variable. En la variable CPB Flor, todas las plantas tratadas con AS superando el testigo en el envío de biomasa a formar flores siendo las plantas del tratamiento de AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ el que más biomasa deposito en la flor (1.3%) comparado con el 0.9% de las plantas testigo.

En el tercer muestreo, se mantiene la tendencia en general a la disminuir el envío de biomasa para formación de hoja, donde las plantas testigo son las que

destinan mas biomasa para la formación de este órgano en comparación con las tratadas con AS, sin embargo todas las plantas tratadas con AS superan el envío de biomasa para la variable tallo en comparación con las plantas testigo. Para la variable de CPB Flor solo para plantas tratadas con la concentración de $1 \times 10^{-8} \text{M}$ de AS destinan mayor cantidad de biomasa para la formación de este órgano en comparación de las plantas testigo. También para este muestreo se puede observar, que todas las plantas de todos los tratamientos ya empiezan a destinar biomasa para la formación de los frutos, donde las plantas tratadas con las concentraciones de 1×10^{-7} y $1 \times 10^{-9} \text{M}$ de AS son las que destinan mayor envío de biomasa para la formación de frutos en comparación con las plantas testigo.

En el cuarto muestreo, se sigue manteniendo la tendencia de la distribución de la misma biomasa para la conformación de hojas, tanto en las plantas testigo como en las plantas tratadas con AS, sin embargo se puede observar, que para la variable tallo existe una tendencia en la disminución del envío de biomasa para su formación, en la variable CPB Flor todas las plantas tratadas con AS superaron el envío de biomasa en comparación con las plantas testigo, a si mismo para la variable del CPB Frutos todas las plantas asperjadas con AS destinaron mayor cantidad de biomasa para la formación de este órgano, siendo las plantas de AS con la concentración de $1 \times 10^{-7} \text{M}$ de AS las que destinaron el 71% de biomasa, para la formación de esta variable en comparación con las plantas testigo que solo destinaron el 27% de biomasa para la formación de frutos.

Para el quinto muestreo, se puede observar una tendencia en la disminución del envío de biomasa para la formación de hoja y tallos en todas las plantas de los

diferentes tratamientos. Así mismo se observa que en la variable del CPB Flor las plantas asperjadas con AS en las concentraciones más bajas, son las que destinan un mayor envío de biomasa para la formación de flor en comparación con las plantas testigo. En el CPB Fruto se aprecia una tendencia en el aumento del envío de biomasa para la formación de este órgano, observando que las plantas tratadas con las concentraciones más altas de AS destinan mayor cantidad de biomasa para la formación de frutos en comparación con las plantas testigo.

En el sexto muestreo, se sigue manteniendo una tendencia en la disminución del envío de biomasa para la formación de hoja y tallo en todos los tratamientos. Sin embargo se puede observar que el envío de biomasa para la formación de la variable de CPB Flor las plantas tratadas con las concentraciones de 1×10^{-6} y 1×10^{-9} M de AS, mantienen el mismo envío de biomasa que las plantas testigo, para la formación de este órgano, contrario en el envío de biomasa para la formación de CPB Fruto, ya que todas las plantas tratadas con AS, destinaron mayor envío de biomasa para la formación del fruto en comparación con las plantas testigo.

Para el séptimo muestreo por lo general se observa una tendencia en la disminución del envío de biomasa para la formación de hoja y tallo respectivamente con AS. Para la variable CPB Flor se puede apreciar que las plantas testigo destinan ligeramente más biomasa para la formación de este órgano en comparación con las plantas tratadas con AS. Sin embargo para la variable del CPB Fruto solo las plantas tratadas con la concentración de 1×10^{-7} M de

AS destinan mayor cantidad de biomasa para la formación de este órgano en comparación con las plantas testigo.

Los anteriores resultados son similares a los obtenidos por varios autores como Hernández *et al.*, (2009), ya que reporto al trabajar en tomate una producción de biomasa en las primeras etapas existió una escasa producción de biomasa y el orden por órgano se comportó como sigue: hojas>tallo>frutos. Rezende *et al.*, (2007). Desde la aparición de los primeros frutos la planta altero sus comportamientos, disminuyendo el envío de biomasa a diferentes órganos. Este comportamiento se debe, a una alta demanda metabólica que ejercen los frutos en la planta durante su crecimiento y llenado, y que acontece aun cuando existen diferencias fenotípicas entre cultivares de una misma especie. Quezada (2005) al trabajar en un cultivo de tomate, observó un cambio en la repartición de biomasa a través del tiempo disminuyendo para la variable hoja y aumentando para tallo.

INDICES DE CRECIMIENTO

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

La TCR significa la velocidad de formación de nueva biomasa por cada gramo de peso ya existente por día. El análisis de varianza y comparación de medias de esta variable, mostraron que no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos aplicados, sin embargo, en el Cuadro 2 se muestra que existen diferencias numéricas importantes entre los valores registrados.

CUADRO 2. Análisis de varianza y comparación de medias para la Tasa de Crecimiento Relativa en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		17may-27may	27may-6jun	6jun-16jun	16jun-26jun	26jun-6jul	6jul-16jul
10^{-6} M	TCR $g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1}$	0.078A©	0.065	0.039	0.027	0.014	0.005
10^{-7} M		0.081	0.043	0.033	0.06	0.008	0.01
10^{-8} M		0.113	0.041	0.042	0.031	0.017	0
10^{-9} M		0.077	0.072	0.019	0.025	0.012	0.01
Testigo		0.085	0.056	0.047	0.021	0.005	0.019
C.V (%)		35.99	50.94	89.21	76.18	144.49	89.91
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

TCR= Tasa de Crecimiento Relativo, C.V= Coeficiente de Variación, NS= Diferencia no Significativa.

En la primera fecha de muestreo, se observa que las plantas asperjadas con AS 1×10^{-8} M incrementaron su TCR en casi un 33% con respecto a las plantas testigo, mientras que el resto de las plantas tratadas con AS, mostraron valores menores en la TCR que las plantas testigo.

En el segundo muestreo las plantas tratadas con AS 1×10^{-6} y 1×10^{-9} M, superaron a las plantas testigo en esta variable en un 16 y 28% respectivamente, mientras que las plantas asperjadas con el resto de las concentraciones de AS, quedaron por debajo de las plantas testigo.

En el tercer muestreo las plantas testigo mostraron una mayor velocidad de acumulación de biomasa en comparación con las plantas tratadas con todas las concentraciones de AS. Esta situación se revierte totalmente para el cuarto muestreo, donde se observa que todas las plantas tratadas con AS superaron en los valores de la TCR a las plantas testigo hasta en un 185% (plantas asperjadas con AS $1 \times 10^{-7} \text{M}$).

Para el quinto muestreo también se observa, que las plantas tratadas con AS en todas sus concentraciones, superaron en esta variable a las plantas testigo, siendo la concentración de AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ la que indujo a las plantas de pepino a superar a las plantas testigo hasta en un 240% en el valor de TCR.

Para el sexto y último muestreo, las plantas testigo superaron en los valores de la TCR a todas las plantas tratadas con AS. Estos resultados coinciden con los mostrados por Aguilar *et al.*, (2006) quienes reportaron que la actividad de la TCR en unas variedades de papa, decrecieron con la edad del cultivo, de manera que sus valores máximos se registraron al inicio del desarrollo y fue disminuyendo a través del tiempo. Así también Ascencio (1972), reportó que la TCR en un cultivo de frijol disminuyó desde la germinación hasta el inicio de la floración, y aumentó al producirse el crecimiento de los frutos, para posteriormente disminuir hasta el inicio de la maduración de las vainas y finalmente disminuir con la senescencia del cultivo. Con lo expuesto anteriormente, se puede comentar que es normal que las plantas de pepino en general hayan mostrado los mayores valores de la TCR, en las primeras etapas del cultivo y conforme transcurrió el tiempo estos valores fueron disminuyendo.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativo de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.

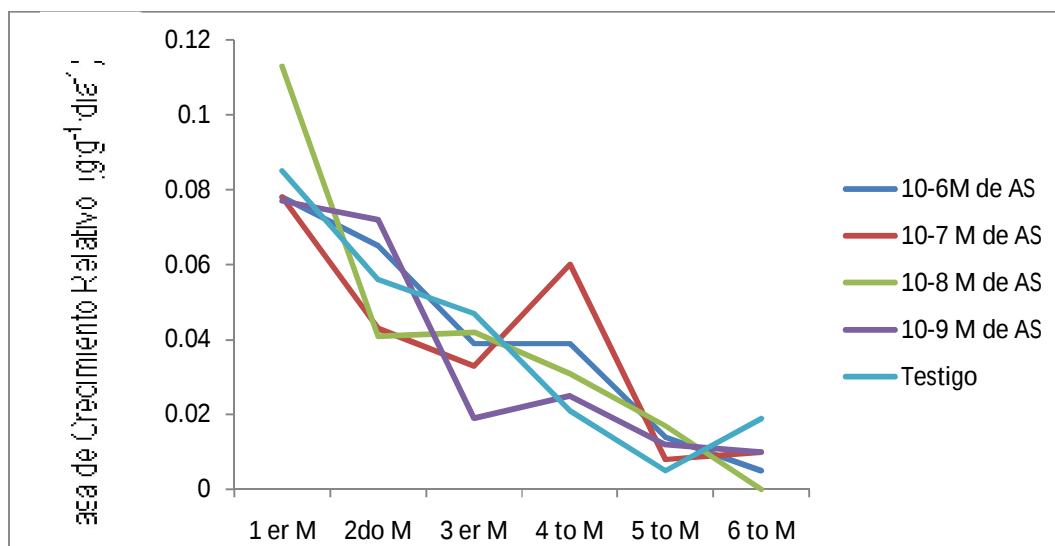


Figura 1.Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativo de un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

Como puede observarse en la figura, existe una tendencia a disminuir los valores de la TCR a medida que avanza el tiempo, de esta manera, al inicio de la investigación se obtienen los valores más altos de esta variable y conforme avanzan los muestreos, asimismo van disminuyendo los valores de la TCR. Esta tendencia de disminución de la TCR con respecto al tiempo, ha sido reportada previamente por Sedano *et al.*,(2005) quienes encontraron que esta variable disminuye con respecto al tiempo en el cultivo de calabacita debido a la senescencia.

Tasa de asimilación neta (TAN)

La TAN se expresa el aumento de peso total de la planta, en función del área foliar y por unidad de tiempo. En esta variable no hay diferencia estadísticas pero en el cuadro 2 se muestra que si hay diferencias numéricas en los diferentes tratamientos.

CUADRO 3. Análisis de varianza y comparación de medias para Tasa de Asimilación Neta en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		17may-27may	27may-6jun	6jun-16jun	16jun-26jun	26jun-6jul	6jul-16jul
10^{-6} M	TAN $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$	5.4	4.4	4.8	4.1	2.1	0.8
10^{-7} M		5.6	3.0	4.5	9.2	1.3	1.6
10^{-8} M		7.5	6.1	5.0	4.1	3.0	0
10^{-9} M		5.8	4.4	2.2	3.1	1.5	1.4
Testigo		5.7	2.7	3.3	3.2	0.4	2.9
C.V (%)		37.86	34.65	70.36	80.7	149.42	105.38
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

TAN= Tasa de Asimilación Neta, C.V= Coeficiente de Variación, NS= Diferencia no Significativa.

En el primer muestreo, se observa que las plantas tratadas con AS 1×10^{-8} M mostraron una mayor biomasa en la TAN con respecto a las plantas testigo, habiendo de por medio una diferencia del 31.5% de incremento de esta variable.

Para el segundo muestreo, todas las plantas asperjadas con AS mostraron una mayor TAN que las plantas testigo, siendo el tratamiento de la concentración de AS 1×10^{-8} M el que indujo a producir por encima de las plantas testigo hasta un 125.9% en el incremento de este muestreo.

En el tercer muestreo las plantas del tratamiento de AS 1×10^{-8} M superaron al resto de las plantas con un 51.5% de todos los de mas tratamientos. Y para el cuarto muestreo, se observa que el tratamiento de AS de 1×10^{-7} M es también

mayor que todos los demás tratamientos hasta un 187.5% en las plantas de pepino.

Para el quinto muestreo todas las plantas tratadas con AS en todas las concentraciones, superaron a las plantas testigo. Siendo el tratamiento de $1 \times 10^8 M$ el que indujo una mayor producción de biomasa hasta un 650% con las plantas tratadas en comparación con las plantas testigo.

En el sexto muestreo de esta variable, se puede observar como las plantas testigos mostraron una mayor velocidad en la acumulación de biomasa por m^2 por día en comparación de todas las demás plantas asperjadas con AS a diferentes concentraciones. Ibarra *et al.*, (2001), al trabajar con melón demostraron que la TAN del testigo para el primer muestreo, fue menor que los demás tratamientos, resultado similar a los de la presente investigación y para el segundo muestreo difiere ya que la TAN del testigo fue mayor que la de los demás tratamientos, en cambio en pepino para este muestreo las plantas tratadas con AS superaron al testigo. Olanyinka *et al.*, (2009), en un cultivo de tomate reportó que se presentó una declinación en la TAN debido a reducción de la fotosíntesis de las hojas.

En la figura 2 se muestra el comportamiento de la Tasa de Asimilación Neta de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.

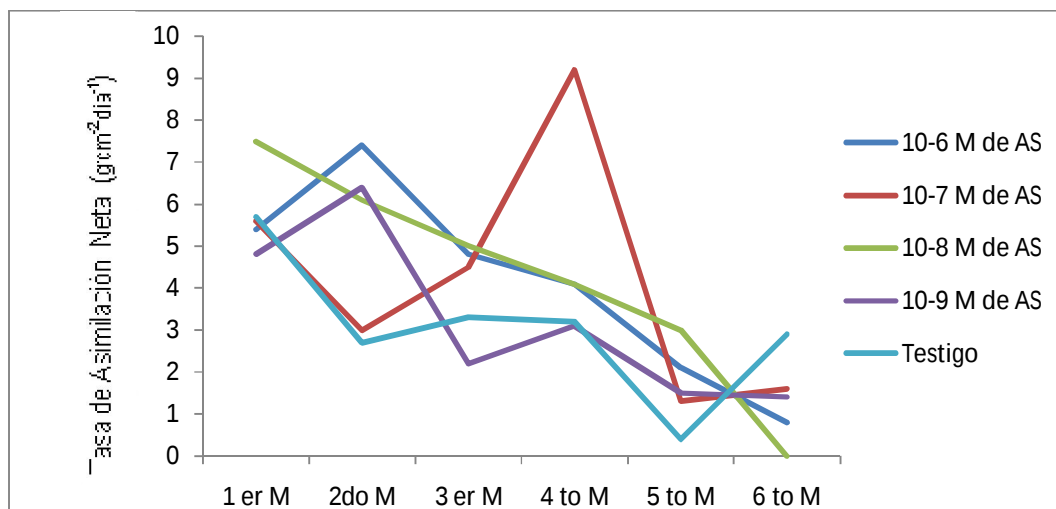


Figura 2. Comportamiento de la Tasa de Asimilación Neta de un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico..9

En esta figura se puede observar la variable TAN que muestra la tendencia a la disminución de los valores mas altos de esta variable se presentaron al inicio de la investigación y a través del tiempo se presentó una caída en los valores de cada muestreo, estos resultados son similares a los encontrados por Sedano *et al.* (2005) en calabacita y Aguilar *et al.* (2006) en un cultivo de papa quienes reportaron que la TAN, mostró una tendencia creciente en los primeros días del cultivo donde alcanzó su máximo valor; para luego reducirse drásticamente, excepto de los 48 a los 62 d.d.s periodo en que los frutos crecieron más rápido, por lo que se le atribuyó a la senescencia foliar.

Relación de Área Foliar

Esta variable representa el área de la hoja por unidad de masa de la planta.

De igual manera para esta RAF no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados sin embargo diferencias numéricas si existen.

CUADRO 4. Análisis de varianza y comparación de medias para Relación de Área Foliar en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		17may-27may	27may-6jun	6jun-16jun	16jun-26jun	26jun-6jul	6jul-16jul
10^{-6} M	RAF $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	147.71A	106.506A	80.905A	68.698A	65.875A	60.775
10^{-7} M		145.208A	108.842A	78.928A	66.193A	60.586A	57.628
10^{-8} M		156.78A	107.212A	81.429A	75.124A	64.224A	60.181
10^{-9} M		163.717A	115.961A	82.409A	76.807A	75.121A	73.722
Testigo		149.67A	110.466A	78.576A	66.44A	68.009A	65.209
C.V (%)		6.22	6.22	15.87	8.85	12.41	12.49
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

RAF= Relación Área Foliar, C.V= Coeficiente de Variación, NS= Diferencia no Significativa.

Para la variable RAF todas las plantas con la concentración, más baja de AS 1×10^{-9} M fueron las que mostraron mayor Relación de Área Foliar entre gramos de peso seco total, en comparación a todos los demás tratamiento. Y de la misma manera los resultados sobresalientes fueron para los seis muestreos con la misma concentración del AS. Así también, Esta tendencia en la RAF en el comienzo del ciclo vegetativo, disminuye con la maduración de la planta y por lo general se ha observado en diferentes cultivos (Parra *et al.*, 2004) en un cultivo manzana; (Aparecida y Orika, 2008) en un cultivo se salvia. Así también Barreiro *et al* (2006), al trabajar con plantas de albahaca observaron que se presentó una máxima expresión en el primer resultado obtenido de RAF, disminuyendo en los períodos siguientes.

En esta figura se aprecia que los valores de la RAF, muestra claramente una tendencia a la disminución de los valores con respecto al tiempo. De esta manera

los valores mas altos en esta variable se registran en las primeras etapas del cultivo y decrecen en medida que avanza el ciclo de cultivo.

FIGURA 3. Análisis de varianza y comparación de medias para Relación de Área Foliar en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico

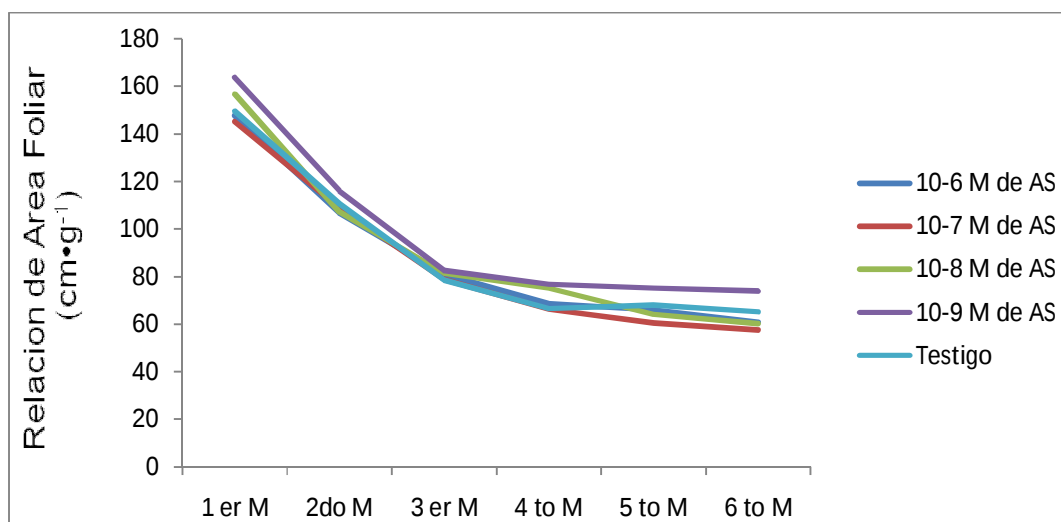


Figura 3. Comportamiento de la Relación de Área Foliar de un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Quezada (2005), quien muestra que la mayor Tasa de Asimilación Neta es al inicio del desarrollo de las plantas del cultivo de tomate y que está va disminuyendo gradualmente al paso del tiempo.

RELACION DE PESO FOLIAR (RPF)

La Relación de Peso Foliar se traduce en los gramos de peso seco de hoja por cada gramo de peso seco total de la planta. Apreciando que en el análisis de varianza y comparación de medias no existen diferencias significativas ver cuadro 5.

CUADRO 5. Análisis de varianza y comparación de medias para Relación de Peso Foliar en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		17may-27may	27may-6jun	6jun-16jun	16jun-26jun	26jun-6jul	6jul-16jul
10^{-6} M	RPF g/g	0.706	0.654	0.642	0.585	0.535	0.535
10^{-7} M		0.705	0.642	0.622	0.576	0.507	0.453
10^{-8} M		0.701	0.651	0.646	0.614	0.557	0.535
10^{-9} M		0.688	0.634	0.654	0.62	0.58	0.556
Testigo		0.699	0.66	0.664	0.626	0.575	0.531
C.V (%)		3.09	3.22	2.84	7.32	7.64	7.58
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

RPF= Relación de Peso Foliar, C.V= Coeficiente de Variación, NS= Diferencia no Significativa.

Para el primer muestreo se observa que todas las plantas tratadas con AS, obtuvieron una mayor Relación de Peso Foliar en comparación con las plantas testigo, sin embargo las plantas tratadas con la concentración de 1×10^{-6} M de AS alcanzo valores por encima de las plantas testigo para esta variable.

En el segundo muestreo se aprecia que las plantas testigo, alcanzaron el valor más alto en la obtención de mas gramos de peso seco de hojas por cada gramo de Peso Seco Total de la planta, en comparación con las plantas tratadas con AS.

Para el tercer muestreo las plantas testigo siguen obteniendo una mayor relación de peso foliar en comparación con las plantas tratadas con ácido salicílico.

Así mismo para el cuarto muestreo, las plantas testigo mantienen la tendencia en obtener más gramos de biomasa en hoja por cada gramo de peso seco total de la planta, en comparación con las plantas tratadas con AS.

En el quinto muestreo las plantas tratadas con la concentración de $1 \times 10^{-9} \text{M}$ fueron, las que superaron la relación de peso foliar ya que alcanzaron un 1.75% en comparación con las plantas testigo.

En el sexto y último muestreo se aprecia que nuevamente las plantas tratadas con la concentración más baja $1 \times 10^{-9} \text{M}$ de AS, obtienen una mayor relación de peso foliar que las plantas testigo.

La mayoría de los resultados encontrados para la RPF muestra que se encuentran resultados altos en las primeras semanas de crecimiento, donde el valor se mantiene constante alrededor de 0.63 gramos de hojas por gramos de peso seco total o sea que el 63% de peso total de la planta está integrado por la hojas. Ascencio (1972) durante la floración y fructificación de un cultivo de frijol, observó una disminución en este valor debido al traslado de la fotosíntesis hacia los órganos en formación. Así también en un cultivo de algodón se observó que los valores más altos de RPF se presentaron en las primeras fases de crecimiento de las plantas, y que tienden a declinar conforme avanza la edad del cultivo, esto se debe a que en las primeras fases de crecimiento, las plantas invierten la mayor

parte de la fotosíntesis en el establecimiento de su aparato fotosintético, cantidad que va disminuyendo gradualmente a medida que la planta acumula una mayor cantidad de carbohidratos en otros órganos de la planta, especialmente en los reproductivos (Palomo *et al.*, 2003)

En la Figura 4 se muestra el comportamiento de la Relación de Peso Foliar de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.

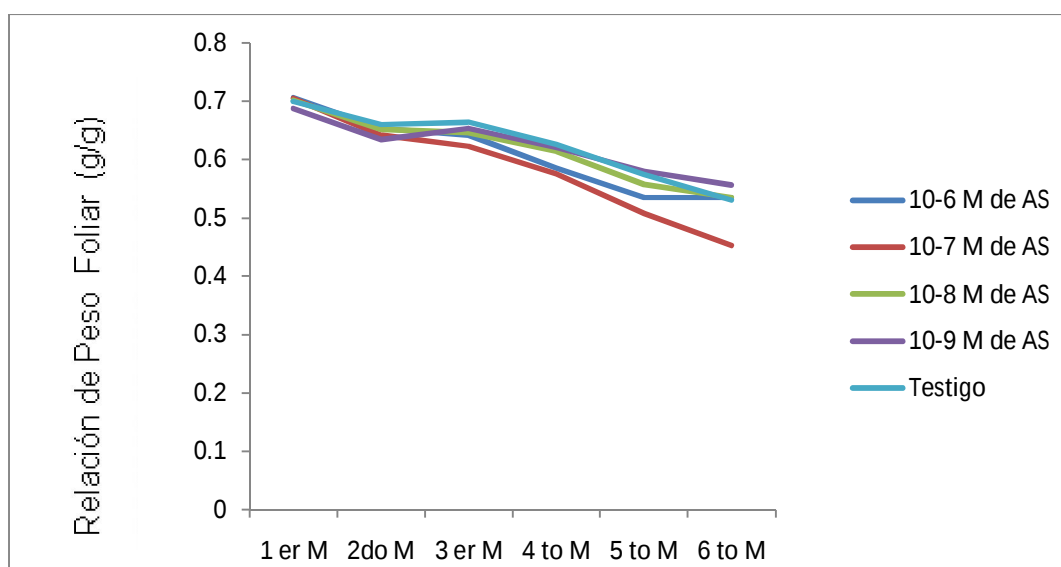


Figura 4. Comportamiento de la Relación de Peso Foliar de un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico.

En la RPF durante el transcurso de la investigación, muestra que los valores máximos se obtuvieron durante los primeros muestreos realizados y fueron disminuyendo conforme transcurrió el tiempo como se puede observar en la figura

AREA FOLIAR ESPECIFICA

El área Foliar específica significa cuantos cm^2 de área foliar existen por cada gramo de peso seco de la hoja, donde se está midiendo el grosor de las hojas en el análisis de varianza y comparación de medias no se observan diferencias significativas sin embargo se puede apreciar que existen diferencias numéricas ver cuadro 6.

CUADRO 6. Análisis de varianza y comparación de medias para el Área Foliar Especifica en un cultivo de pepino con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		17may-27may	27may-6jun	6jun-16jun	16jun-26jun	26jun-6jul	6jul-16jul
10^{-6}M	AFE $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$	208.5	162.707	125.869	118.476	123.941	114.858
10^{-7}M		205.683	168.468	126.695	114.897	119.891	128.055
10^{-8}M		222.364	164.86	126.214	123.776	116.345	112.4
10^{-9}M		238.607	183.131	125.687	122.577	128.518	132.71
Testigo		214.194	167.072	124.456	110.836	118.368	122.836
C.V (%)		7.67	7.75	19.65	8.9	11.81	13.12
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

AFE= Área Foliar Especifica, C.V= Coeficiente de Variación, NS= Diferencia no Significativa.

Para el primer muestreo, se observa que las plantas tratadas con las concentraciones de 10^{-9}M de AS indujeron la producción de hojas más delgadas con un 11.4 % en comparación con las plantas testigo.

En el segundó muestreo las asperjadas con la concentración de 10^{-7}M y 10^{-9}M de AS obtuvieron hasta un 9.5% más en cm^2 de área foliar por cada gramo de materia seca presente, que las plantas testigo.

Para el tercer muestreo se puede apreciar que todas las plantas tratadas con AS indujeron a la producción de hojas más delgadas en comparación con las plantas testigo.

Así mismo para el cuarto muestreo, se mantiene la tendencia en la producción de hojas más delgadas en todas las plantas tratadas con AS, siendo la concentración de 10^{-9} M obtuvo un 10.5% por encima de las plantas testigo fueron las que produjeron las hojas más gruesas.

En el quinto muestreo todas las plantas tratadas con AS, indujeron la obtención de mas cm^2 de área foliar por cada gramo de materia seca, con respecto a las plantas testigo a excepción de las plantas tratadas con la concentración de 10^{-9} M de AS resaltaron con un 8.6% ya que estas fueron superadas por las plantas testigo en la producción de hojas más delgadas.

Para el sexto y último muestreo solo las plantas tratadas con las concentraciones de 10^{-9} M de AS, obtuvieron las hojas más delgadas en comparación con las plantas testigo con la diferencia de un 8.06%.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Rincón *et al.*, (2001), quienes encontraron que en un cultivo de coliflor el área foliar específica (AFE) presentó el valor máximo en el momento del trasplante, disminuyendo posteriormente con el paso del tiempo. Así también por los encontrados por Páez *et al.*, (2000), quienes al trabajar con el cultivo de tomate y observaron un efecto en el aumento en AFE hasta los 45 días de crecimiento vegetativo. El AFE disminuyó después de los sesenta días de crecimiento de la planta, se considera

que este índice representa el costo energético o material para la formación de una unidad de superficie foliar.

En la Figura 5. Se muestra el comportamiento de la Área Foliar Específica de un cultivo de pepino tratado con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.

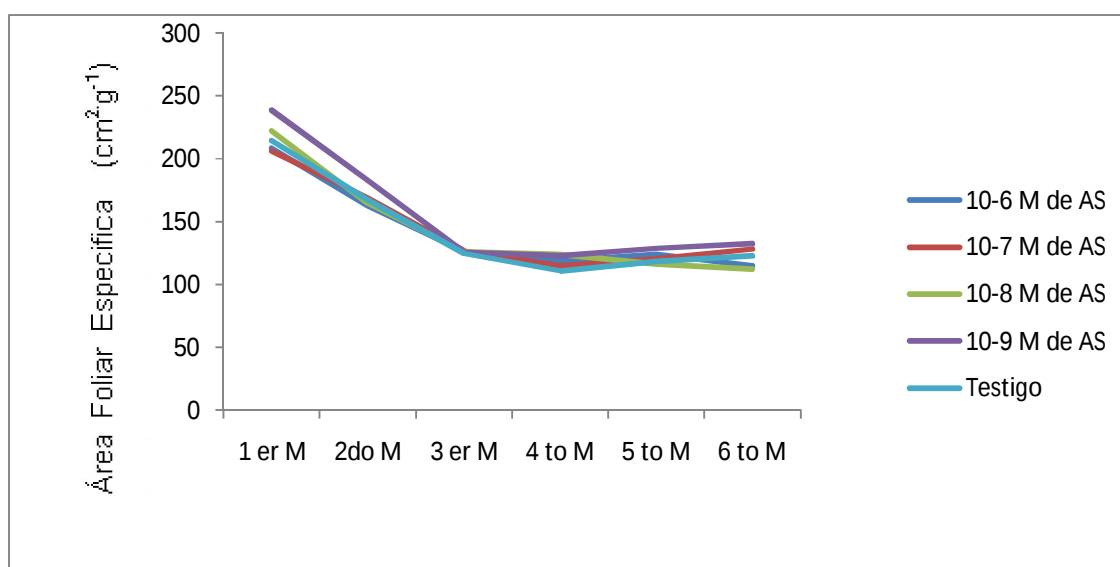


Figura 5. Comportamiento Área Foliar Específico de un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico.

En general el AFE mantuvo una tendencia a la disminución desde el inicio de la investigación, ya que sus valores más altos fueron observados en el primer muestreo y posteriormente se presentó una caída drástica en todos los tratamientos, tendencia que se mantuvo hasta finalizar los muestreos esto se puede observar en la figura 5.

CONCLUSIONES

El crecimiento de las plantas de pepino se vio favorecido por las aplicaciones de Acido Salicílico en algunas etapas de crecimiento, al aumentar la distribución de biomasa nueva producida, en hojas, tallos, flores y frutos. En los Índices de Crecimiento, el uso del Acido Salicílico modificó el crecimiento de la planta del cultivo de pepino, incrementando algunos Índices.

Se recomienda a los productores la aplicación de AS, en sus cultivos ya que el uso de este producto genera precocidad en la formación de la parte cosechable, lo que trae consigo una ventaja en tiempo de la salida al mercado del producto, obteniendo así mayores beneficios económicos.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, M., J. Ortiz, A. Rivera, M. Mendoza, M. Colinas y H. Lozoya. 2006. Índices de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 12 (1):85-94.
- Alvarez, M.E., 2000. Salicylic acid in the machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. Plant. Mol. Biol., 44(3):429-442.
- Aparecida, J. y E. Orika. 2008. Growth of *Salvia officinalis* plants under action of plant growth regulators. Ciencia Rural. 38(8) 2186-2190.
- Ascencio, J. 1972. Análisis del crecimiento y eficiencia fotosintética del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. "Turrialba 4" cultivado en solución nutritiva. Tesis de grado Magister Scientiae. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Centro Tropical de Enseñanzas e Investigación. Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba, Costa Rica. 98 pp.
- Ayala, M. Gómez, L. Hidalgo, N. Valdever, R. 2000. Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación *in vitro* de jaul (*Alnus acuminata* L.). Agronomía Costarricense. 24(1):75-80.
- Barreiro, A., V. Zucareli, J. Orika y J. Rodríguez. 2006. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetais. Bragantia, Campinas. 65(4)563-567.
- Benavides-Mendoza A.- 2002.- Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. Memorias. Respuestas Seleccionadas de las Plantas a la Radiación. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 287 pp.

- Benincasa, M. 1998. Análise de crescimento de plantas, noções básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. Rio de Janeiro, Brasil. 41pp.
- Bourbouloux, A., P. Raymond, and S. Delrot. 1998. Effects of salicylic acid on sugar and amino acid uptake. J. Exp. Bot. 49:239-247.
- Chen, Z., Z. Zheng, J. Huang, Z. Lai and B. Fan. 2009. Biosynthesis of salicylic acid in plants. Plant Signaling Behav. 4 (6): 493-496.
- Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. Comalfi. 15: 12-16.
- Cleland, C., and O. Tanaka. 1979. Effect of daylength on the ability of salicylic acid to induce flowering in the long-day plant *Lemna gibba* G3 and the short-day plant *Lemna paucicostata* 6746. Plant Physiol. 64(3): 421-424.
- Coletto, J. 1995. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. 2ª. Edición. Agroguías Mundi-Prensa. Madrid, España. 168 pp.
- Coquoz J.L., Buchala A., Metraux J.P. 1998. Salicylic acid in potato plants. Plant Physiology 117:1095-1101.
- Delaney, T. P. Uknes, S. Vernooij, B. Friedrich, L. Weymann K. Negretto D. Gaffney T. Gut-Rella M. Kessmann H. Ward E. Ryals J.-1994.- A central role of salicylic acid in plant disease resistance. Science 266: 1247-1249.
- Dempsey D, J Shah & DF Klessig. 1999. Salicylic acid and disease resistance in plants. Critical, Reviews in Plant Science 18: 547-575.
- Draper, J. 1997. Salicylate, superoxide synthesis and cell suicide in plant defense. Trends Plant Sci. 2:162-165.

- Enyedi A.J., Yalpanin S.P. and Raskin I. 1992. Localizacion, conjugation, and function of salicylic acid in tabaco during the hypersensitive reaction to tobacco mosaic virus. *Plant Biology*. 89:2480-2484.
- Eugenio M, F, J.-2003.- Evaluación de los ácidos salicílicos y benzoico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
- Ferrarese, L., P. Moretto, L. Trainotti, N. Rascio, and G. Casadoro. 1996. Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid. *J. Exp. Bot.* 47:251-257.
- Geraud F., D. Chirinos and M. Marín. 1995. Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río grande en la zona del río limón del estado Zulia, Venezuela. ii. Índice de Crecimiento Relativo, Razón de Peso Foliar y Gamma. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 12:15-23.
- Gutierrez–Coronado, M.A., C. Trejo–Lopez and A. Larqué–Saavedra, 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem.*, 36: 653–65.
- Hennig, J., J. Malamy, G. Gryniewicz, J. Indulski, and D.F. Klessig. 1993. Interconversion of the salicylic acid signal and its glucoside in tobacco. *Plant J.* 4:593-600.

- Hernández, M., M. Chailloux, V. Moreno, M. Mojena y J.M. Salgado. 2009. Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su efecto en la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes. Cultivos Tropicales. 30(4)71-78.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners. Published by Academic Division of Unwin Hyman Ltd. London. UK. 110p.
- Ibarra L; J. Flores; Ma. R. Quezada. 2001. Desarrollo y rendimiento de melón (*Cucumis melo* L.) con relación al tiempo de permanencia de la cubierta flotante. Revista Chapingo Serie Horticultura 7 (1);95-109.
- Inzé, D. and M. Van Montagu. 1995. Oxidative stress in plants. Curr. Op. Biotech. 6:153-158
- Khodary, S. 2004. Effect of salicylic acid on growth, photosynthesis and metabolism in salt stressed maize plants. International Journal of Agriculture & Biology. 6:5-8.
- Larqué, A. and R. Wain. 1974. Abscissic acid levels in relation to drought tolerance in varieties of *Zea mays* L. Nature. 251(5477):716-717.
- Larque, S. 2009. Efecto de salicilatos en productividad de sandía (*Citrullus vulgaris* var. Sangria) en Kantunilkin, Quintana Roo. En: Incremento de la productividad de cucurbitáceas por el efecto de salicilatos. Informe Técnico del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). México.

- Larqué-Saavedra A., R. Martín-Mex, A. Nexticapan-Garc z, S. Vergara-Yoisura y M, Gutiérrez-Rendón. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Chapingo, Serie Horticultura. 16 (3):183-187.
- Larqué-Saavedra, A., 1978. Efecto del ácido salicílico en *Phaseolus vulgaris*. *Physiologia Plantarum* 43(2):126-128.
- Larqué-Saavedra y A. Martín-Mex R.A. - 2007.-  cido salicílico afecta el rendimiento de chile bell en condiciones de invernadero, Fourth World Pepper Convention, Queretaro, Queretaro, México, pp. 2. (2007)
- Lewsey, G. M. and Carr, P.J. - 2009.- Effects of dicer-like proteins 2, 3 and 4 on cucumber mosaic virus and tobacco mosaic virus infections in salicylic acid-treated plants.- *General Virology*. 90:3010-3014.
- López, T, R. Camacho R, V. Gutiérrez C, M,A.-1998.- Aplicación de ácido salicílico para incrementar el rendimiento agron mico en tres variedades de trigo. *TERRA*. 16: 43-48.
- Malamy, J. Carr, J, P. Klessig D, F. and Raskin, I.- 1999.- Salicylic Acid: A Likely Endogenous Signal in the Resistance Response of Tobacco to Viral Infection.- *Science*. 250(4983):1002-1004.
- Martín, R., E. Villanueva, T. Herrera and A. Larqué. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of african violet. *Scientia Horticulturae*. 103(4): 499-502.

- Martín, R., S. Vergara, A. Nexticapán and A. Larqué. 2009. Application of low concentrations of salicylic acid increases the number of flowers in (*Petunia hybrida*). *Agrociencia*. 44 (7) 773-778.
- Martinez, C. Pons, E. Prats, G. and Leon J.- 2004.- Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. *Plant Journal* 37: 209-17.
- Martin, R. y Larque, S, A.- 2003.- Efecto del salicato en la producción de pepino Europeo. Memorias del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de Sociedad Mexicana de Horticultura Ornamental.(20 al 24 de octubre del 2003). Chapingo, Mexico. 389pp.
- Montaldi, E. 1995. Principios de Fisiología Vegetal. Ediciones Sur, La Plata, Argentina. 298 pp.
- Moorby, J. 1970. The production, storage and translocation of carbohydrates in developing potato plants. *Ann. Bot.* 34: 297-308.
- Neil A. C; Lawrence G. Mitchell y Reece, J.B.-2001.- Biología: conceptos y relaciones. Tercera edición. Pearson Educación. DF. México, 896 pp.
- Németh, M. Janda, T. Horváth, E. Páldi, E. and Szalai, G .-2002.- Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Science*. 162(4): 569-574.

- Nexticapan-Garcés A. Wilber A. Cat-Uc, H. Martín-Mex R. Tucuch-Hass C. Larqué-Saavedra A.-2009.- Efecto de aspersiones foliares de ácido salicílico en el rendimiento de chile Bell en invernadero en Yucatán. Sexta Convención Mundial del Chile. Mérida, Yucatán, Mexico.Pp:300-302.
- Olayinka, B., K. Olorunmaye y E. Etejere. 2009. Influence of metolachlor on physiological growth character of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Journal of Ethnobotanical. 10:7-14.
- Páez, A., V. Paz y J. López. 2000. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 17: 173-184.
- Palomo, A., J. Arnaldo, E. Gutiérrez, A. Espinoza y S. Rodríguez. 2003. Análisis de crecimiento de variedades de algodón transgénicas y convencionales. Línea de investigación en producción agrícola del Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Tlaxiaco, Coahuila. Mexico. 56pp.
- Parra, A., A. Becerril and A. Castillo. 2004. Growth of apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. domestica (Borkh) Mansf.) tree cv. golden delicious affected by soil moisture, nutrients and rootstock. Fitotecnica Mexicana. 27(4): 339-348.

- Quezada, M. R.-2005.- Evaluación de micronutrientes de biocampo sobre el desarrollo de plántulas de tomate. Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA). Reporte Interno de Investigación. Departamento de Plásticos en la Agricultura. Saltillo, Coahuila. Mexico. 41 pp.
- Ramírez, H., O. Méndez, A. Benavides y C. Amado. 2009. Influencia de prohexadiona-ca y promotores de oxidación sobre el rendimiento, capsaicina y vitamina C en chile jalapeño. Chapingo. Serie Horticultura. 5(3) 231-236.
- Rangel, S. G. Castro, M.E. Beltran, P. E. Reyes, C H. García, P. E.- 2010.- El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. Revista de la DES Ciencias Biológicas. 12(2): 90 – 95.
- Raskin, J., 1992. Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol., 43: 439-463.
- Rasmussen, J. b., Hammerschmidt, R. and M.N. Zook. 1991. Systemic Inoculation with (*Pseudomonas syringae* var). *syringae*. Plant Physiol. 97:1342-1347.
- Rendon, S.L.A., 1983. Control hormonal de la abscisión de órganos reproductivos en (*Phaseolus vulgaris* L). cv. Cacahuaté-72. Tesis de Maestría en Ciencias, C.P. Chapingo. Mexico. Reviews in Plant Science 18: 547-575.
- Rezende, P., J. Oliveira, y G. Heringer. 2007. Método dft para produção de tomate em ambiente protegido. *Ciencia e Agrotecnología*. 31(3) 713-719.

- Rincón, L., C. Pellicer, P. Sáez, A. Abadía A. Pérez y C. Marín. 2001. crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. Investigación Agraria. Prod. Prot. Veg. 16:119-130.
- Sánchez-Chavez, E., R. Barrera-Tovar, E. Muñoz-Marquez, D. Ojeda-Barrios y A. Anchond-Najera. 2011. Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. Chapingo Serie Horticultura. 17(1): 63-68.
- Sedano, C., V. González, E. Engleman y C. Villanueva. 2005 Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. Chapingo. Serie Horticultura. 11(2) 291-297.
- Seong-Jin, C.- 2004.- Sample Purification Using Polyvinylpyrrolidone for the HPLC Analysis of Salicylic Acid from Cucumber Leaf Extrac. Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 12: 277-383.
- Shah, J. 2003. The salicylic acid loop in plant defense. Current Opinion in Plant Biology. 6: 365–371.
- Spletzer, M. E. and Enyedi, A. J.- 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternaria solani* in hydroponically grown tomato. Phytopathology. 89: 722-727.
- Umetamy, Y., E. Kodakary, T. Yamamura, S. Tanaka y M. Tabata. 1990. Glucosylation of salicylic acid by cell suspension cultures of *Mallotus japonicus*. Plant Cell Reports 9: 325-327.

- Villanueva, E., G. Alcántar, P. Sánchez, M. Soria y A. Larque. 2009. Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (ramat) kitamura] en Yucatán. Chapingo Serie Horticultura 15(2): 25-31.
- Yaxi, Z. Shaohua, X. Pingtao, D. Dongmei, W. YuTi, C. Jing, H. Minghui, G. Fang, X. Yan, L. Zhaohai. Z. Xin, L. and Yuelin, Z.-2010.- Control of salicylic acid synthesis and systemic acquired resistance by two members of a plant-specific family of transcription factors.- Biological Sciences Plant Biology. 23 (6): 2010-2032.
- Yildirim E. y A. Dursun. 2009. Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. Acta Hort. (ISHS) 807: 395-400.
- Yu D, C Chen & Z Chen. 2001. Evidence for an important role of WRKY DNA binding proteins in the regulation of NPR1 gene expression. Plant Cell 13:1527-1539.