

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**



**Análisis de Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Tratado con Ácido Salicílico.**

Por:

**SANDRA CORONILLA CARRILLO**

TESIS

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**Saltillo, Coahuila, México.**

**Junio del 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Análisis de Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Tratado con Ácido Salicílico.

Por:

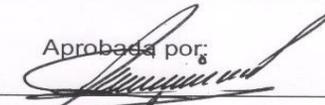
**SANDRA CORONILLA CARRILLO**

TESIS

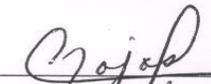
Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por:

  
Dr. Manuel De La Rosa Ibarra  
Asesor Principal

  
Dr. Enrique Navarro Guerrero  
Coasesor

  
M.C. Carlos Rojas Peña  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2012

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios**, por darme en todo momento fuerza para poder salir adelante ante cualquier obstáculo que se me presento a lo largo de mis estudios, por ser una pieza clave para que se vea concluido este sueño que e venido anhelando desde hace mas de 5 años.

Al **Dr. Manuel De La Rosa Ibarra**, por ser parte fundamenta de este trabajo, Gracias Dr. por su tiempo, dedicación, esmero, consejos, palabras de aliento y de motivación para que este trabajo se vea concluido, a demás por su amistad y confianza que me brindo en todo momento.

Al **M.C. Carlos Roja Peña**, **Al Dr. Enrique Navarro Guerrero**, por se parte de mi jurado y mis amigos, por que en todo momento me brindo su amistad y su apoyo de una forma incondicional cuando mas 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 **Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe**, por ser parte fundamental de este éxito de mi vida, por su amistad, cariño, confianza y apoyo en todo momento durante mi estancia en la Universidad.

A mi **ALMA MATER**, por ser mi segundo hogar, por darme los mejor momentos de mi vida como estudiante.

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**, no tengo palabras para agradecerles todo su apoyo en todo momento, por sus consejos, sus palabras de aliento cuando avía ocasiones que ya no podía, por que en todo momento me brindaron su amor siendo este la fuerza más importante para que nuestro sueño se hiciera realidad.

**Al Sr. Serafín Coronilla Cabrera** por ser un ejemplo de trabajo y dedicación que con su amor y sacrificio, supo cuidarme y conducirme para lograr mis metas profesionales. Gracias por que siempre en ti encontrado un amigo, por todo tu apoyo que me as dado a lo largo de mis estudios y en todo momento, GRACIAS PAPITO, por ser mi ejemplo a seguir.

**A la Sra. Ma. Consuelo Carrillo Mata**, este trabajo te lo dedico a ti mamita por enseñarme tantas cosas con tus consejos, regaños y dedicación, por ser de mi lo que ahora soy, por que sin tu ayuda tu apoyo no hubiera logrado este éxito de mi vida, gracias mamita por ser de mi una persona de bien TE AMO MAMA...

**A mis hermanos**, Adriana, Ramón, Laura, Fernanda, Guadalupe, Juana y Alma Rosa Coronilla Carrillo, por todos eso momentos tan maravillosos que pasamos juntos, por todo su apoyo que me dieron cuando mas los necesite, siendo en todo momento la razón de superación, POR USTEDES HERMANOS...

**A mis sobrinitos:** Sofí, Joaquín, Esme, Martis (hijin), Vane, Migue, Cris, Ruby y Adrián, por ser la alegría de la familia y por todos eso momentos de alegría que me daban en cada vacaciones, los quiero machote mis niños.

**A mis cuñados**, a ti Ale, gracias por esos momentos de alegría y de apoyo que me dabas en cada vacaciones , siendo una parte fundamental de este trabajo, a ti Balta por que con tu ayuda siento que esto no se viera culminado y a Poncho por tu invaluable amistad en todo momento, MUCHAS GRACIAS.

**A mi esposo al Ing. Facundo Garcieras Bolaños**, mi amor gracias por ser parte esencial de este trabajo, por darme los mejores 4 años de mi vida llenos de felicidad durante mi estancia en la Universidad, por que sin tu ayuda y apoyo no lo hubiera logrado esto, TE AMO...

**A mi Bebe, Sucely Guadalupe Garcieras Coronilla**, princesita en poco tiempo aprenderás a leer y espero que sepas que en todo momento as sido y seguirás siendo la fuerza para seguir adelante, la razón para echarle ganas para que un día te sientas orgullosa de mi, y que entiendas que todos los sacrificios que hice fueron por ti mi Bebe, TE AMO...

**A mis suegros** la Sr. Gloria Guadalupe Bolaños y el Sr. Facundo Garcieras, no encuentro las palabras adecuada para agradecerle todo lo que han echo por mi, por su confianza, apoyo, comprensión y cariño. GRACIAS...

**A mis cuñaditas**, Nalle, Gaby y Deisy, gracias por sus concejos y apoyo de forma incondicional cuando más lo necesite, y por aceptarme como un miembro más de su familia.

**A mis amigos**, Etel, Betty, Elías, Ricardo, Vicky, Manolo, Javi, Eliza, Kelly, Efrén, José, Aby, Claudio, Chano, gracias por su invaluable amistad, estando

siempre conmigo en las buenas y en las malas, y por ser parte fundamental de este trabajo, los quiero mucho... siempre los llevare en mi corazón.

A Lic. David Cid, Ing. Andrés Carrera Amador, Ing. Silvestre Castro Ing. Iris Olarte, Ing. Mago Hernández, Lic. Maximino Meza E. A todos ustedes gracias por compartir los mejor momento de mi estancia, por sus consejos de cómo ser mejor cada día en ámbito profesional, y por cada momento mágico que viví con Uds. Gracias ☺.

## **INDICE DE CONTENIDO**

INTRODUCCION .....	13
OBJETIVO GENERAL .....	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	16
HIPOTESIS .....	16
REVISIÓN DE LITERATURA.....	17
Fitorreguladores.....	17
BIOSINTESIS DEL ACIDO SALICILICO.....	18
EL ACIDO SALICILICO EN LAS PLANTAS.....	19
TOLERANCIA AL ESTRES AL APLICAR ACIDO SALICILICO. ....	20
TOLERANCIA AL DAÑO OXIDATIVO APLICANDO ACIDO SALICILICO .....	21
TOLERANCIA A PATOGENOS .....	22
INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN OTROS CULTIVOS POR APLICACIÓN DE ACIDO SALICILICO .....	24
INCREMENTAR EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE CON ACIDO SALICILICO .....	27
ANALISIS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN OTROS CULTIVOS AGRONOMICOS. ....	28
MATERIALES Y METODOS .....	39
Descripción del área del experimento.....	39
Localización.....	39
Procedimiento.....	39
Delimitación del área del experimento.....	39
Manejo de almácigo.....	39
Pre-tratamiento de la semilla.....	40
Preparación del sustrato.....	40

Siembra .....	40
Riego .....	40
Desahijar.....	40
Nutrición.....	41
Llenado de maceta .....	41
Trasplante.....	42
Deshierbe .....	42
Tutorado .....	42
Preparación de tratamientos.....	42
Aplicación de las diferentes concentraciones de ácido salicílico. ....	43
Control fitosanitario.....	43
Diseño experimental. ....	44
Variables dependientes.....	44
Variables agronómicas .....	44
Coeficiente de Partición de Biomasa (CPB) .....	45
Índices de Crecimiento. ....	45
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) .....	45
Tasa de Asimilación Neta (TAN).....	45
Relación de Área Foliar (RAF) .....	46
Relación de Peso Foliar (RPF) .....	46
Área Foliar Especifica (AFE).....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
Coeficientes de Partición de Biomasa.....	47
ÍNDICES DE CRECIMIENTO .....	51
TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO (TCR) .....	51

TASA DE ASIMILACIÓN NETA (TAN) .....	53
Relación de Área Foliar (RAF).....	56
Relación de Peso Foliar (RPF) .....	58
Área Foliar Especifica (AFE).....	60
CONCLUSIONES.....	63
LITERATURA CITADA.....	64

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para Coeficientes de Partición de Biomasa (CPB) en un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con diferentes concentraciones de Acido Salicílico. ....	47
Cuadro 2. Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Tasa de Crecimiento Relativo en un cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.....	51
Cuadro 3.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Tasa de Asimilación Neta en un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico .....	54
Cuadro 4.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Relación de Área Foliar en un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico .....	56
Cuadro 5.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Relación de Peso Foliar en un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico. ....	58
Cuadro 6.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para Área Foliar Especifica en un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico. ....	60

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativo de un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico .....	53
Figura 2. Comportamiento de la Tasa de Asimilación Neta de un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico. ....	55
Figura 3. Comportamiento de la Relación de Área Foliar de un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.....	57
Figura 4. Comportamiento de la Relación de Peso Foliar de un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico. ....	59
Figura 5. Comportamiento del Área Foliar Especifica de un Cultivo de Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.....	62

## INTRODUCCION

En los últimos años se vienen empleando en la agricultura los reguladores de crecimiento o biorreguladores, por el éxito económico y los efectos rápidos y beneficios para el agricultor, entre otros se favorece la calidad y cantidad de la producción, inducción de la floración e incremento del tamaño de los frutos (Amal, 1995).

El Acido Salicílico (AS) ha sido considerado como un fitorregulador que participa en algunos procesos fisiológicos de la planta (Raskin, 1992). Como la germinación de semillas, crecimiento celular, respiración, cierre de estomas, expresión de genes asociados a senescencia, repuesta a estrés abiótico y de forma esencial en la termogénesis, así como en la resistencia a enfermedades (Vlot *et al*, 2009).

Los usos del ácido salicílico en la agricultura ha tenido gran importancia económica en el incremento de la producción de algunos cultivos como, en donde el número de granos de espigas se incremento en 4 y 1.3 más con respecto al testigo con los tratamientos  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  molar (López, *et al*, 1998), Además se incrementó el rendimiento agronómico en 15.22 % con respecto al testigo con el tratamiento de  $10^{-6}$  M. También Nexticapán-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% con las concentraciones de  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M de AS de ácido salicílico comparado con el testigo. Mientras que en

petunia, concentraciones tan bajas de ácido salicílico como de 1pM ó 0.1nM indujeron respuestas positivas en la floración en 33 % y 37 %, en comparación con el testigo, la concentración más alta, de 1 M, aumentó no sólo el número de flores en 72 %, sino también indujo la floración seis días antes, (Martín-Mex, *et al.* 2010).

La aplicación de ácido salicílico, aumentó el rendimiento de un cultivo de tomate en comparación con el control. La producción fue significativamente influenciado por las aplicaciones foliares del ácido salicílico a concentración de 0.50 M ocurriendo con esta el mayor rendimiento del cultivo, (Yıldırım, y Dursun, 2009).

El uso de ácido salicílico en la agricultura ha mostrado ser una buena alternativa para incrementar el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate, con bajos costos de producción. Sin embargo, se desconoce la concentración óptima de este fitorregulador que pudiera permitir a la planta expresar mejor su capacidad genética de crecimiento y desarrollo y por consiguiente aumentar su rendimiento.

La aplicación de algunos compuestos que tienen acción fitorreguladora permite a los cultivos mejorar su crecimiento y desarrollo y en muchos casos incrementar significativamente su rendimiento por hectárea. El presente trabajo, con la aplicación de ácido salicílico se pretende mejorar el crecimiento y desarrollo de un cultivo de tomate, además de aumentar el rendimiento del

mismo, esto traerá como consecuencia la generación de nuevos conocimientos que pudieran ser difundidos entre los agricultores para que se vean beneficiados económicamente con mayores y mejores cosechas.

**Palabras claves:** *Solanum lycopersicum* Mill, Acido Salicílico, Índices de Crecimiento, Coeficientes de Partición de Biomasa.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar el Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Tomate Bajo Invernadero.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- I. Calcular los Coeficientes de Partición de Biomasa de plantas de Tomate con aplicación de Acido Salicílico en diferentes concentraciones.
  
- II. Calcular los Índices de Crecimiento de plantas de Tomate con aplicación de Acido Salicílico en diferentes concentraciones.

## HIPOTESIS

Al menos una de las concentraciones de Acido Salicílico utilizadas modificara el Crecimiento y Desarrollo de un cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill).

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Fitorreguladores

Gran parte de las fitohormonas, tienen aplicación directa en la agricultura principalmente en el crecimiento (vegetativo, frutos, raíz, tallos y flores) y desarrollo. Las fitohormonas son compuestos orgánicos producidos por la misma planta, que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de las mismas (Coletto, 1995). Los Fitorreguladores son compuestos orgánicos de origen natural, que en pequeñas concentraciones, aceleran, inhiben o modifican de alguna forma de los procesos fisiológicos de las plantas Ayala, *et al.* (2000). Dentro de estos compuestos orgánicos se encuentra el ácido salicílico, una hormona considerada ahora como un regulador de crecimiento natural 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).

## BIOSINTESIS DEL ACIDO SALICILICO

El ácido salicílico (AS) es un compuesto fenólico simple que deriva del aminoácido fenilalanina, y algunos de sus derivados como el ácido acetil salicílico (o aspirina), son mejor conocidos en medicina por sus propiedades analgésicas. Se ha descrito que el AS puede ser generado por dos distintas vías enzimáticas que requieren del metabolito primario corismato (Chen, *et al.* 2009).

El aminoácido L-fenilalanina, puede ser convertido en ácido salicílico por dos vías, una mediante el intermediario benzoato y la otra mediante el ácido cumárico, a través de una serie de reacciones enzimáticas inicialmente catalizadas por la enzima Fenilalanina Amonio Liasa (FAL). A su vez, el corismato puede también ser convertido en AS vía isocorismato, en un proceso de dos pasos que implica la participación de las enzimas Isocorismato Sintasa (ICS) e Isocorismato Piruvato Liasa (IPL). (Verberne, *et al.* 2000. Wildermuth. *et al.* 2001). El AS parece jugar un papel esencial en la ruta de transducción de señales que conduce a la activación de genes que codifican no solo para proteínas PR, (*Pathogenesis-Related*), sino también para el establecimiento de la respuesta hipersensible (RH), considerada como una muerte celular programada que se desarrolla para delimitar el área de infección de un patógeno, así como en la resistencia sistémica adquirida (RSA). Ésta es una respuesta de defensa a nivel sistémico que se produce como resultado de la exposición y sobrevivencia inicial a un patógeno (Durner, *et al.* 1997). Uno de los principales componentes que regulan la vía de señalización del AS es una proteína llamada NPR1 (de non-expressor of *PR* genes 1), la cual es capaz de interactuar con factores

transcripcionales del tipo TGA, algunos de los cuales son capaces de unirse a elementos cis del promotor de genes como *PR-1* (Spoel, *et al.* 2007).

## **EL ACIDO SALICILICO EN LAS PLANTAS.**

Adicionalmente, se ha descrito que en algunos casos, el efecto del AS dentro del metabolismo de las plantas, puede ser de forma indirecta ya que altera la síntesis y/o señalización de otras hormonas que incluyen la vía del Ácido Jasmónico (AJ), etileno (ET), y auxinas (Broekaert, *et al.* 2006; Balbi y Devoto, 2008). La evidencia más fuerte de la participación del AS como una señal de defensa esencial en plantas ha surgido de estudios en donde los niveles endógenos de AS fueron alterados. El primero de estos estudios se realizó utilizando líneas de tabaco transgénicas o de *Arabidopsis* que expresaban el gen *nahG* de la bacteria *Pseudomonas putida*, que codifica para una enzima llamada salicilato hidroxilasa la cual metaboliza al AS para convertirlo en catecol, evitando así su acumulación. Después de la infección por patógenos, estas plantas fueron incapaces de acumular altos niveles de AS, y no lograron desarrollar la RSA o expresar genes *PR* en las hojas.

Por el contrario, mostraron mayor susceptibilidad a patógenos tanto virulentos como avirulentos (Gaffney, *et al.* 1993; Delaney, *et al.* 1994).

La importancia del Acido Salicílico radica en su acción en la planta, entre las cuales se encuentran: tolerancia al estrés, daño oxidativo, tolerancia a patógenos, incremento en rendimiento de los cultivo.

### **TOLERACIA AL ESTRES AL APLICAR ACIDO SALICILICO.**

En numerosas investigaciones sobre el ácido salicílico han permitido conocer que también actúa como tolerante al estrés hídrico por ejemplo; Cronje y Bornman (1999), consiguieron un aumento significativo en la tolerancia a la carencia de agua en plántulas de col y en plántulas de tomate al aplicar una aspersión con ácido salicílico a concentración de  $1 \times 10^{-4}$  M de AS. Por su parte Fuentes-Lara, *et al.* (2004) aplicaron inductores de tolerancia tales como Acido Salicílico, Acido Benzoico, Acido Acético y Quitosan aplicándolo por aspersión e inmersión en frutos de tomate, observándose cambios en el comportamiento de los frutos modificándose los sólidos solubles y la pérdida de peso en el cultivo.

En el cultivo de tomate, la proteína de la salinidad aumenta, pero el Acido Salicílico con una concentración de 1.5 M disminuye la salinidad y aumenta el nivel de prolina en hojas y raíces, el ácido salicílico no cambió significativamente en los niveles de baja salinidad, (Zahra, *et al.* 2010).

Por su parte, Németh, *et al.* (2002), concluyeron que el Acido Salicílico a una concentración de 0.5 M en pre-tratamiento, la semilla de maíz, aumentó la

tolerancia a frío, y esto causó un aumento en la sensibilidad a la sequía en el cultivo.

El pre-tratamiento de la semilla de chile con AS, a concentración de  $1 \times 10^{-4}$  M fue efectivo en inducir tolerancia en plántulas chile al estrés de frío, el efecto se manifestó como mayor altura de la plántula, así como mayor peso fresco y seco de la parte aérea. Por su parte, los tratamientos de AS y ASS (Arsenopirita) en concentración  $1 \times 10^{-5}$  y  $1 \times 10^{-3}$  M no mostraron efecto significativo sobre la biomasa de las plántulas de chile, (Benavides-Mendoza, *et al.* 2003).

### **TOLERANCIA AL DAÑO OXIDATIVO APLICANDO ACIDO SALICILICO**

Los efectos de AB (Acido Benzoico) y AS han sido interpretados como promotores de oxidación, los cuales inducen a la planta a un incremento en los niveles de antioxidantes y estímulo en el sistema de formación de órganos florales y vegetativos en el cultivo de tomate, (Benavides-Mendoza, 2007). Por lo tanto, el aumento en el nivel de catalasa se relaciona con una mayor tolerancia al daño oxidativo por frío, (Lafuente, *et al.* 2004).

Por su parte, Ramírez, *et al.* (2006) demostraron que solamente acelga y repollo mostraron un incremento en la capacidad antioxidante total en respuesta a las aplicaciones de AS y Qitosan, respectivamente. En coliflor no se registró

ningún efecto de los tratamientos, mientras que en brócoli se encontró una disminución de la capacidad antioxidante total.

## **TOLERANCIA A PATOGENOS**

Dado que nuevos fungicidas son escasos en el mercado y debido a problemas ambientales, los investigadores hacen hincapié en otras alternativas, tales como el potencial genético de las plantas, la resistencia frente a patógenos, el uso de agentes bióticos y abióticos para el desarrollo inducido o la resistencia adquirida, entre las cuales el uso de hormonas vegetales es una alternativa.

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).

Rangel *et al* (2010), por su parte 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 un 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).

La aplicación exógena de Quitosan aumentó la tolerancia a los patógenos en frutos de aguacate no maduros, (Salvador, *et al.* 1999) pero aplicado en frutos de tomate maduros disminuyó la firmeza de los mismos, estas respuestas aparentemente opuestas tal vez obedezcan a que algunas respuestas

enzimáticas, como la de la catalasa, sigan un patrón particular de acuerdo a la etapa de aplicación de los compuestos inductores. Mientras que Sánchez, (2010) aplico ácido salicílico, y se activó la respuesta de defensa de plantas de papa contra el ataque del fitoplasma, redujo los síntomas de la infección, favoreció la translocación de fotosintatos e incrementó la calidad de los tubérculos, obteniendo a si un mayor rendimiento

El uso de ácido acetil salicílico en el cultivo de papa, presentó el menor daño por mancha púrpura *Alternaria. solani* con 25% y por lo tanto produce el menor porcentaje de bulbos podridos, por otro lado el promedio de reducción de la enfermedad fue alrededor del 47% después del tratamiento con AS y 55% con Harpin, (Jiménez, 2005).

## **INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN OTROS CULTIVOS POR APLICACIÓN DE ACIDO SALICILICO**

Los usos del ácido salicílico en la agricultura ha tenido gran importancia económica en el incremento de la producción de algunos cultivos como, en trigo donde se aumentó el número de granos por espiga en 4 y 1.3 más con respecto al testigo con los tratamientos  $1 \times 10^{-4}$  y  $1 \times 10^{-6}$  M. Además se incrementó el rendimiento agronómico en 15.22 % con respecto al testigo con el tratamiento de  $1 \times 10^{-6}$  M, López, *et al*, (1998).

En México, desde 1976 se han realizado diversos trabajos que señalan la importancia del ácido salicílico en la bioproduktividad de las plantas, Larqué-Saavedra (1978), expresa un efectos 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, Martin-Mex 2007). Los 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 mungo (Singh y Kaur, 1980).

Las aplicaciones foliares de Acido Salicílico afectaron de manera positiva el crecimiento y rendimiento de papaya maradol, en el rendimiento se observaron diferencias significativas siendo las concentraciones de  $1 \times 10^{-8}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M las que presentaron los mejores rendimientos con 21.9 y 14.9 % respecto al testigo, (Nexticapan, *et al.* 2009).

Por su parte Martínez y Larquez (2003), asperjaron ácido salicílico a concentraciones de  $1 \times 10^{-6}$  a  $1 \times 10^{-8}$  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  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-8}$  M en comparación con el control. Mientras que Eugenio (2003), evaluó la cantidad de biomasa en el cultivo de papa, las cuales se aplicaron de forma foliar a concentraciones de  $1 \times 10^{-4}$  y  $1 \times 10^{-3}$  M, bajo condiciones de invernadero, y los resultados indicaron que la concentración de  $1 \times 10^{-4}$  M incrementa de manera significativa la cantidad de biomas, con respecto al testigo en un 13%.

También Nexticapán-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  $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-10}$  M comparado con el testigo. Así mismo las concentraciones de  $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-8}$ ,  $1 \times 10^{-10}$  M de AS incrementaron significativamente el rendimiento en 29.17%, 24.4% y 19.05%, respectivamente, con respecto al testigo. El uso de lombrihumus con ácido salicílico fue el mejor en la producción del cultivo de chile orgánico (Guamialama, 2008). Por lo tanto, Ramírez, *et al.* (2006), encontraron que las aplicaciones de AB y AS incrementaron el rendimiento en el cultivo de chile jalapeño, se permiten considerar que estos biorreguladores influyen en las variables dependiendo de la fase de aplicación, obteniendo con estos un mayor rendimiento en el cultivo de chile jalapeño.

Por su parte, Benavides-Mendoza, (2002) realizó aplicaciones de AB y AS en diversas hortalizas como col, brócoli, rabanito, lechuga y coliflor obteniendo un aumento significativo en los rendimientos de esas especies. Sin embargo, Gutiérrez-Coronado *et al.*, (1998) asperjaron Ácido Salicílico a los brotes de soja (*Glycine max* L. Merr. Cv. Cajeme), y aumentó significativamente el crecimiento de brotes y raíces, después de siete días de la aplicación. Obtuvieron un crecimiento en las plantas cultivadas, ya sea en el invernadero o en el campo; el Ácido Salicílico induce el aumento en el crecimiento de los brotes de hasta el 100%. La aplicación de Ácido Salicílico a concentración de  $1 \times 10^{-2}$  a  $1 \times 10^{-8}$  M aumento de manera significativa la biomasa en plantas de soja.

Villanueva-Couoh, *et al.* (2009) por su parte aplicaron Acido Salicílico  $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-8}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M y el dimetilsulfóxido a  $1 \times 10^{-4}$  M e incrementaron de manera significativa el peso de materia fresca, peso de materia seca de follaje y raíz, volumen de raíz y área foliar del cultivo de *Chrysanthemum morifolium* Ramat, Var. Kitamura, la floración se alcanzó 113 DPT y también se obtuvo el mayor diámetro de la flor (13.6 y 12.6 cm) con los tratamientos  $1 \times 10^{-8}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M de AS respectivamente. Mientras que en petunia, concentraciones tan bajas de Acido Salicílico como de 1pM ó 0.1 M indujeron respuestas positivas en la floración en 33 % y 37 %, en comparación con el testigo, la concentración más alta, de 1 M, aumentó no sólo el número de flores en 72 %, sino también indujo la floración seis días antes, (Martín-Mex, *et al.* 2010).

## **INCREMENTAR EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE CON ACIDO SALICILICO**

En el cultivo del tomate no fue la excepción por su parte Yildirim, y Dursun, (2009), al realizar aplicación de ácido salicílico, aumentó el rendimiento en comparación con el control. La producción fue significativamente influenciado por las aplicaciones foliares del ácido salicílico a concentración de 0.50 M ocurriendo con esta el mayor rendimiento del cultivo. Rendimiento *in-vitro* en el cultivo de tomate, Enriques del Valle, *et al.* (2001) obtuvieron rendimientos promedio de fruto por planta: 4.3, 3.8 y 3.4 kg, en las plantas originadas de semilla y de plantas derivadas *in vitro* en los medios MSAS y MS0, respectivamente. Las plantas

originadas de semilla y las plantas derivadas *in vitro* en el medio MSAS, acumularon más biomasa total que las plantas derivadas *in vitro* en el medio MS0. Sin embargo Jiménez (2005), al aplicar Acido Salicílico más la rotación de fungicidas, produjo los rendimientos comerciales más altos, 98.1 t/ha, en el cultivo de tomate. Las aplicaciones de Complejo de Poliácido Acrílico-Quitósán, (PAA-Q) y Acido Benzoico (AB) ejercieron un efecto positivo en el número de hojas y el rendimiento, en el cual el PAA-Q fue superior al testigo en poco más de 60%. En lo que respecta a la calidad del fruto, tanto el PAA-Q como el AB produjeron frutos más grandes, en el cultivo de tomate mientras que el PAA-Q influyó positivamente en la firmeza y la vida de anaquel. (Benavides-Mendoza, *et al.* 2007)

## **ANALISIS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN OTROS CULTIVOS AGRONOMICOS.**

Para la determinación de las etapas de desarrollo de las plantas y conocer el patrón de distribución de los productos de la fotosíntesis, es necesario 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, en la presente investigación, 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 Especifica (AFE), existen diferentes investigaciones donde aplican los Índices de Crecimiento por ejemplo:

Por su parte, Smith y San José (2010) analizaron el crecimiento en las dos parcelas donde se sembró maíz, la Tasa de Asimilación Neta (TAN) del híbrido presenta valores parecidos y con tendencia a disminuir con la edad del cultivo. Se observan los valores más altos al comienzo del período de crecimiento (24,5 g/m<sup>2</sup> y 25,1 g/m<sup>2</sup>/día para las parcelas tratadas con 1,0 y 2,5 t/ha respectivamente). La TAN decrece hasta los 54 días en el caso de la parcela tratada con 2,5 t/ha y, hasta los 47 días en la tratada con 1,0 t/ha.

Sobre los índices de crecimiento se han hecho numerosas investigaciones por su parte, Velasco, *et al.*, (2010) realizaron aplicaciones del abrillantador a 1 y 3 % no afectó la tasa de asimilación neta (TAN) de CO<sub>2</sub> ni la conductancia estomática de maíz y tomate. Estos resultados indican que el efecto de este abrillantador óptico sobre el crecimiento de las plantas puede estar relacionado con diferencias estructurales o fisiológicas de las mismas.

La relación de Área Foliar Especifica en el cultivo de maíz híbrido en función del tiempo presentan tendencias parecidas; alcanzando sus valores máximos a los 19 días: 125 cm<sup>2</sup>/g en la tratada con 1,0 t/ha y 127 cm<sup>2</sup>/g con 2,5 t/ha. Luego, la A.F.E. disminuyen y se mantienen así hasta el final del período, (Smith y San José, 2010).

Mientras que, Woo, *et al.* (2004), aplicaron lodos activos y urea en un cultivo de maíz y analizaron el crecimiento evaluando variables como Materia Seca (MS), Área Foliar (AF), Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Relación de Área Foliar (RAF).

Por su parte, Borrego, *et al.* (2000) utilizaron el análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo criterios de eficiencia y productividad tales como; Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC), Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Tasa de Crecimiento Relativo Foliar (TCRF), Relación de Área Foliar (RAF), Índice de Área Foliar (IAF) y Tasa de Asimilación Neta (TAN). Están en función del tiempo y del comportamiento de cada cultivo, Velasco *et al* (2003) mencionaron que la influencia de cuatro niveles de humedad del suelo sobre el crecimiento de la soya (G7-R315), cultivada en tres épocas, analizaron parámetros de índice de crecimiento como Área Foliar Específica (AFE), Relación de Peso Foliar (RPF) y Relación de Área Foliar (RAF).

Por su parte Aparecida y Orika (2008), aplicaron reguladores de crecimiento donde analizaron el crecimiento de plantas de *Salvia officinalis*, midiendo diferentes parámetros de crecimiento tales como Relación de Área Foliar (RAF), Área Foliar Específica (AFE), Tasa de Asimilación Líquida (TAL) y Tasa de Crecimiento Relativo, donde hace hincapié que el análisis de crecimiento es un método que describe las condiciones morfo fisiológicas de la planta en diferentes intervalos de tiempo.

Por lo tanto, Fernández, *et al.* (1995), trabajo con productos a base de una mezcla de aminoácidos de origen natural y otros compuestos orgánicos (triptofano, adenina, ácido fólico, alantoina, etc.) y obtuvo que estos productos reducen el área foliar y tasa de asimilación líquida pero aumento la tasa de crecimiento relativo en soja. Mientras que en el cultivo de papa las variedades.

Sofía y Bravona, la Tasa de Crecimiento Relativo disminuyó fuertemente desde 8-22 ddf (días después de la floración) pero Granitio presentó una reducción menos drástica a lo largo del desarrollo del fruto, los modelos de simulación obtenidos mostraron una alta correlación con los respectivos datos observados para el crecimiento del fruto (Casierra- Posada, *et al.* 2007).

La planta invierte cantidades similares de foto-asimilados para la producción de frutas y las contradictorio vegetativas. Además, las plantas de crecimiento vegetativo del chile jalapeño cuando se inicia la fructificación, especialmente cuando los frutos presentan las mayores tasas de crecimiento (Moreira, 2004).

En el cultivo de coliflor el Área Foliar Específica (AFE) presentó el valor máximo en el momento del trasplante de la coliflor, disminuyendo posteriormente (Rincón, *et al.* 2001). En la investigación realizada por Rincón, *et al.*, (2001) en el crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de coliflor el Índice De Área Foliar fue de 6,5, consiguiéndose la mayor eficiencia foliar expresada como asimilación neta media entre 0 y 26 días después del trasplante.

Por su parte, Smith y San José (1979) en la productividad del maíz en condiciones climáticas y el crecimiento del híbrido Obregón sembrado en la época de seca, se encontró que en las dos parcelas, la TAN del híbrido presenta valores parecidos y con tendencia a disminuir con la edad del cultivo, en donde observaron que los valores más altos al comienzo del período de crecimiento (24,5 g/m<sup>2</sup> y 25,1 g/m<sup>2</sup>/día para las parcelas tratadas con 1,0 y 2,5 t/ha respectivamente). La TAN decrece hasta los 54 días en el caso de la parcela

tratada con 2,5 t/ha y, hasta los 47 días en la tratada con 1,0 t/ha. Respecto al AFE se encontró que alcanzan sus valores máximos a los 19 días: 125 cm<sup>2</sup>/g en la tratada con 1,0 t/ha y 127 cm<sup>2</sup>/g con 2,5 t/ha. Luego, las AFE disminuyen y se mantienen así hasta el final del período.

En cultivo de chile jalapeño, se determinaron los índices de crecimiento, esto lo realizó Azofeifa y Moreira, (2004) en la cual encontraron que la TCR disminuye gradualmente, los índices de TAN y RAF son bajos y constantes esto de 167-180 dds (días después de la siembra), y se observa que la planta muestra signos de senescencia y el contenido de materia seca decrece. Otro caso en donde se determinó la TCR fue lo realizado por Pérez, *et al.* (2004) en el pasto *Brachiaria híbrido*, cv, en donde se encontró que la máxima TCR se registró alrededor de las 16 semanas y el índice de AFE disminuyó al incrementarse la altura de la planta.

También se aplicaron Fitorreguladores que ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas, tal es el caso de AG<sub>3</sub> en caupi (*Vigna unguiculata*) trabajo realizado por Enmorgor (2007) en donde los resultados mostraron que IAF aumentó significativamente. Sedano, *et al.* (2005) en la dinámica de crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita, la AFE se alcanzó a los 69 días después de la siembra y enseguida sufrió una rápida defoliación.

Gil y Miranda (2007) en el efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento del cultivo de papaya (*Carica papaya* L), los resultados obtenidos muestran que el IAF, para los dos materiales de papaya evaluados, fue de

tendencia ascendente, mostrando hasta los 28 días después de la siembra hubo un incremento no muy pronunciado, y a partir de esta fecha, el crecimiento fue de tendencia exponencial, para todos los sustratos evaluados. Respecto a la TCR es notorio un decrecimiento de la TCR es de manera abrupta en su pendiente hasta 28 después de la siembra, debido a que en este momento la planta es pequeña y está gastando sus reservas endospermicas principalmente.

Para un buen desarrollo y crecimiento del Brócoli es necesario la aplicación de nitrógeno al respecto, Vagen, *et al.* (2004) en el análisis de crecimiento de brócoli en relación con la aplicación de fertilizantes de nitrógeno, en donde se aplicaron la dosis de 0, 120 y 240 kg N/ha, se encontró que el Índice de Área Foliar (IAF) se incrementa con la mayor dosis de nitrógeno, así como también aumento la biomasa del brócoli a la tasa más alta de nitrógeno.

Mientras que, Aparecida y Orika (2008), aplicaron reguladores de crecimiento como BAP Y GA3 y analizaron el crecimiento de plantas de *salvia officinalis*, midiendo diferentes parámetros de crecimiento tales como TCR y encontraron que este parámetro es decreciente con los tratamientos aplicados. Por su parte Fernández, *et al.* (1995) encontraron que la TCR en soja disminuye en tanto aumenta la concentración de agrostemin via foliar. Borrego, *et al.* (2000) utilizaron el análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*solanum tuberosum* L.), bajo criterios de eficiencia y productividad del análisis de crecimiento y encontraron que la TCR fue mayor en cuatro variedades como Norteña, Russett, Burbank y Alpha habiendo un incremento considerable en el

quinto muestreo y mencionan que el análisis de crecimiento ha tratado de explicar matemáticamente las variaciones en peso seco y área foliar de los organismos en función del tiempo.

Sin embargo, Figueroa, *et al.* (2004), establecieron diferentes laminas de riego por goteo en un cultivar de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y encontraron que la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) es afectada por la lamina de riego aplicada y aumenta su valor a medida que se incrementa la lamina de riego. Por su parte, Woo *et al.* (2004) aplicaron lodos activos y urea en un cultivo de maíz y analizaron su crecimiento y encontraron que la TCR disminuye a través del tiempo.

Mientras que, Krizek, *et al.* (1997) analizaron el crecimiento del cultivo de pepino, irradiado con rayos ultravioleta y encontraron que las plantas que recibieron suplemento UV-B durante 15 días mostraron una menor proporción en la tasa media de crecimiento relativo. Por otro lado García (2004) analizo el crecimiento de pepino y encontró incrementos en la tasa de crecimiento relativo en el testigo en pepino cultivado bajo acolchado plástico de diferentes colores.

Enseguida, Borrego, *et al.* (2000) utilizaron el análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*solanum tuberosum* L.) bajo criterios de eficiencia y productividad del análisis de crecimiento y encontraron que la TAN no presento diferencias significativas entre genotipos y siguieron un patrón semejante.

Sin embargo, Aparecida y Orika (2008) donde aplicaron reguladores de crecimiento como benzilaminopurina (BAP) Y GA3 y analizaron el crecimiento de plantas de *salvia officinalis* L, midiendo diferentes parámetros de crecimiento tal

como TAN y encontraron que este parámetro se incrementa con GA3 y disminuye con BAP.

Enseguida, Figueroa, *et al.* (2004) quienes establecieron diferentes láminas de riego por goteo en un cultivar de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y encontraron que las TAN es afectada por la lámina de riego aplicada y aumenta su valor a medida que se incrementa la lámina de riego. Sin embargo en eucalipto, Graciano *et al* (2004), reportaron que la TAN varia, utilizando diferentes tipos de suelo y fertilizante superfosfato triple para su cultivo en macetas.

Mientras que García (2004) analizo el crecimiento de pepino y encontró que la TAN en el testigo, supero a los tratamientos con valor de  $0.0054 \text{ g}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{día}^{-1}$  a 30 dds en pepino cultivado bajo acolchado plástico de diferentes colores. Ojeda (2003) observo un decremento en la TAN en pepino cultivado bajo acolchado plástico de diferentes colores incluyendo al testigo y todos los tratamientos se comportaron de manera similar

Mientras que, Velasco, y Aldazaba (2003) estudiaron la influencia de cuatro niveles de humedad del suelo sobre el crecimiento de la soya (G7-R315) cultivada en tres épocas. Analizaron parámetros de índice de crecimiento, relación de área foliar y encontró que esta disminuye durante el transcurso del ciclo vital de la planta Por su parte, Krizek, *et al.* (1997) analizaron el crecimiento en pepino irradiado con rayos ultravioleta y encontraron que las plantas cultivadas bajo HPS/DX vs lámparas metálicas mostraron una menor proporción en la relación de área foliar.

Hoy en día, hay mas investigaciones de análisis de crecimiento por ejemplo; Zhanga, *et al.* (2010) quienes analizaron el crecimiento de plántulas de pepino y simularon el mismo en CUSSIM evaluando variables como Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) y el peso seco total de la planta, en tanto que, Graciano, *et al.* (2004), reportaron que en eucalipto el AFE no se modifica utilizando diferentes tipos de suelo y fertilizante superfosfato triple para su cultivo en macetas.

Mientras que Rodríguez, *et al.* (1993) quienes aplicaron diferentes niveles de calcio en plantas de alfalfa brasileña (*Stylosanthes guyanensis*) y la influencia de los diferentes tratamientos la evaluaron mediante índices de crecimiento tales como Área Foliar (AF), Área Foliar Especifica (AFE), Relación de Peso Foliar (RPF) y Relación de Área Foliar. También, Morales, *et al.* (2004) quienes analizaron el crecimiento, índice de cosecha y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.) evaluando variables como: Fenología del Cultivo, Número de Hojas (NHV), Índice de Área Foliar (IAF), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Biomasa Total (BT), Índice de Cosecha (IC), Número de Racimos (NR), Número de Vainas (NV), Número de Semillas Vaina (NSV), Número de Semillas (NS), Peso de Cien Semillas (PCS) y Rendimiento de Semilla (REN).

En el cultivo de tomate la Tasa de Crecimiento Relativo disminuyó fuertemente desde 8-22 ddf en los cultivares Sofía y Bravona, pero Granitio presentó una reducción menos drástica a lo largo del desarrollo del fruto (Casierra-Posada, *et al.* 2007).

Por su parte, Casierra y Cardozo (2009) en el cultivo de tomate tomaron en cuenta las variables de peso seco, el diámetro transversal y polar, y los sólidos solubles totales presentaron un tipo de crecimiento sigmoideal característico. Mientras que la Tasa de Crecimiento Relativo se redujo entre los intervalos 8-15 y 15-22 días después de floración, posteriormente continuó decreciendo lentamente, hasta el momento de la cosecha. Los resultados obtenidos presentaron coeficientes de regresión muy acertados con los datos observados, en cuanto a las variables de crecimiento.

Mientras que, en el cultivo de tomate Río Grande por su parte, Páez, *et al.*, (2000), el área foliar específica (AFE) aumentó en la sombra, indicando que las hojas son más delgadas. Igualmente aumentó la relación de peso foliar (RPF), reflejando que aumenta la proporción de biomasa que forma la superficie asimilatoria. La duración de área foliar (DAF) fue mayor en las plantas sombreadas, y mientras que en ellas, la velocidad relativa de crecimiento (VRC) fue mayor en todos los intervalos, la velocidad neta de asimilación (VNA) sólo se incrementó después del segundo, manifestándose un efecto sobre las fases intermedia y tardía del crecimiento.

Por su parte, Geraud, *et al.* (1995) mostraron que el Índice de Crecimiento Relativo de la Planta y del Follaje (ICRP, ICRF), del cultivo de tomate, varió de 0.009 a 0.164, alcanzando su máxima tasa de crecimiento entre los 15 y 30 días, seguido de una disminución por efecto de trasplante (30-45 días). Posteriormente (45-60 días), la planta se hizo metabólicamente más eficiente, recuperando

parcialmente dicha tasa, la cual vuelve a declinar con la floración y fructificación (75-105 días). El ICRF mostró la misma tendencia pero con valores ligeramente superiores (0.011-0.174). La RPF se mantuvo relativamente constante (rango: 0.71-0.76) hasta los 75 días de ciclo, declinando posteriormente hasta 0.55. Gamma varió de 0.82 a 1.22 mostrando que el crecimiento de la planta se debe básicamente al crecimiento foliar.

Asimismo, otras investigaciones reportadas por Björkman (1981) muestran que las plantas como el cultivo de tomate, pueden ajustarse a un ambiente de menor irradiación aumentando el área foliar específica (AFE).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Descripción del área del experimento.**

#### Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero N<sup>o</sup> 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México en el periodo Primavera – Verano del 2011. El invernadero es de tipo túnel con estructura galvanizada de 1.5 pulgadas de grosor, con cubierta fibra de vidrio color blanco lechoso, sistema de enfriamiento tipo mecánico con una pared húmeda y dos extractores de aire; la temperatura media durante el día oscila entre 22 a 28 °C, durante la noche 14 °C, con una humedad relativa aproximada del 70%.

### **Procedimiento.**

#### Delimitación del área del experimento

Se delimito el área de trabajo correspondiente a una cama de aproximadamente 15 m<sup>2</sup>, en la cual se realizó la limpieza y nivelado del suelo con una pala y un rastrillo, enseguida se colocó una cubierta plástica color negro, para evitar que las macetas tuvieran contacto directo con el suelo.

#### Manejo de almacigo

Se utilizaron charolas de polietileno de 200 cavidades, las cuales se desinfectaron con solución clorada (2.5ml /1Lt de agua), para eliminar cualquier tipo de residuos presentes que llegaran afectar la germinación, después se enjuagaron con agua limpia,

#### Pre-tratamiento de la semilla.

Las semillas de tomate fueron sometidas a un pre-tratamiento de ácido giberelico (AG3) a una concentración de 250 ppm durante 24 horas. Luego de este tiempo se secaron con papel estroza y se sembraron en la charola.

#### Preparación del sustrato.

El sustrato que se utilizó para llenar las charolas fue una mezcla de perlita y Peat moss en proporción 1:1, el cual se mezcló de manera uniforme y se le agregó agua manteniendo la humedad, de forma que fuera fácil su manipulación para llenar las charolas.

#### Siembra

La siembra se realizó el día 17 de marzo del 2011, se utilizaron semillas de tomate Variedad. Floradade, de crecimiento indeterminado, se depositaron tres semillas por cavidad para asegurar la germinación total.

#### Riego

Los riegos se realizaban todos los días, tomando en cuenta una humedad uniforme en la charola y utilizándose 2 litros de agua aproximadamente para cada riego, esto fue hasta alcanzar etapa de plántulas.

#### Desahijar

Después de la germinación de las semillas se prosiguió a desahijar tomado en cuenta las plántulas más uniformes dejando una plántula por cavidad.

## Nutrición

La primera aplicación de la solución nutritiva fue 25 días después de la germinación, posteriormente cada 8 días de tal manera de que la solución nutritiva no tuviera contacto con las hojas, solo se le aplicaba en el tallo al ras de la tierra del almacigo. La cual consistió en: Solución de Hoagland Arnon (Micronutrientes)

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 2,86 mg/l

MnCl<sub>2</sub>\*4 H<sub>2</sub>O 1, 8l

CuSO<sub>4</sub> \*5 H<sub>2</sub>O 0, 08

ZnSO<sub>4</sub> \*7 H<sub>2</sub>O 0, 22

H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O 0, 09

FeSO<sub>4</sub> \*7 H<sub>2</sub>O m 0, 5% 0,6 ml

Ac. tartárico 0,4%

## Llenado de maceta

Se utilizaron bolsas de plástico de color negro con capacidad de 5 kg cada una, las cuales se llenaron con una mezcla de tierra agrícola previamente cribada y perlita, con una humedad uniforme, entre la mezcla, las cuales antes del trasplante se le agregaron 2 grs de fertilizante Triple-17 a las macetas, y en seguida una capa de tierra hasta que quedaran al ras, 24 horas después se realizó el trasplante.

## Trasplante

El trasplante se realizó 34 días después de la siembra, tomando en cuentas las plántulas más vigorosas y uniformes, las cuales se pusieron en las macetas previamente preparadas con una composición tierra agrícola y perlita previamente húmeda, realizándose los riegos todos los días.

## Deshierbe

Para tener un mejor control de plagas y enfermedades, se efectuaron las labores de deshierbe en cada una de las macetas, limpieza en cada uno de los pasillos y por dentro de la cama si era necesario, esto se llevó de forma manual.

## Tutorado

La planta de tomate se tutoro cuando tenían una altura aproximadamente de 30 cm utilizándose rafia de propileno la cual se sujetó a 2 metros de altura sobre los tensores de alambre del invernadero El tutorado se realizó a un solo tallo, procurando con ello el crecimiento en longitud de cada una de las plantas.

## Preparación de tratamientos

Para la aplicación de los diferentes tratamientos de Acido Salicílico se utilizaron 4 concentraciones de 0,  $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-8}$ ,  $1 \times 10^{-10}$  M de AS, de las cuales se tomó como referencia la concentración de  $10^{-3}$  molar.

Para la preparación de la concentración de  $1 \times 10^{-3}$  M se pesaron 0.138 gr de Acido Salicílico en una balanza analítica de la marca (AND, Modelo GR-120) el cual se depositó en un tubo de ensayo y se le agrego alcohol etílico, para disolver el ácido salicílico.

En un litro de agua destilada se le agrego los 0.138 gr de acido salicilico ya diluido, obteniendo así la concentración de  $1 \times 10^{-3}$  M de AS

De la concentración realizada anteriormente, se tomó 1 ml la cual se diluyo en 999 ml de agua destilada para obtener la concentración de  $1 \times 10^{-6}$  M de AS de esta se tomó 10 ml las cuales se diluyeron en 990 ml de agua para obtener la concentración de  $1 \times 10^{-8}$  M de AS por último de la concentración de  $1 \times 10^{-8}$  M de AS se tomaron 10 ml, las cuales se diluyeron en 990 ml de agua para obtener la concentración de  $1 \times 10^{-10}$ , M de AS y como testigo fue agua destilada.

Aplicación de las diferentes concentraciones de ácido salicílico.

La aplicación de las diferentes concentraciones se llevó acabó a los 14 días después del trasplante, la cual consistió en colocar un bote de plástico con dos aberturas sobre la planta del tomate, de forma que se pudiera asperjar tanto por el haz como por el envés, cuidando de que el producto asperjado no llegara a las demás plantas de los demás tratamientos.

Control fitosanitario.

El control fitosanitario se realizó durante todo el ciclo del cultivo, pues existieron presencia de algunas plagas como: palomita blanca, trips y de algunas enfermedades causadas por virus.

Algunos químicos que se utilizaron fueron: Endosulfan, (0.5 ml/L). Logrando una buena sanidad durante ciclo del cultivo del tomate.

### **Diseño experimental.**

La distribución de los tratamientos en el invernadero fue llevado a cabo mediante un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, la unidad experimental fue una planta por maceta, se tomaron tres plantas por cada tratamiento con un total de 12 plantas para cada muestreo. A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de varianza y comparación de medias con el paquete estadístico de la UANL.

### **Variables dependientes**

Para medir las variables dependientes se realizaron siete muestreos cada 10 días, durante todo el ciclo del cultivo.

### **Variables agronómicas**

Se tomó en cuenta peso seco del tallo, peso seco de hoja, peso seco de flor, peso seco del fruto, peso seco total, área foliar, número de frutos por planta.

Cada planta se disecciono separando cada uno de sus órganos, los cuales se pusieron en bolsas de papel estraza, se colocaron en la estufa de secado (Felisa, modelo 293A), a una temperatura de 75 °C durante 48 horas. Después de las 48 horas se tomó el peso de cada uno de sus partes en la balanza analítica (AND, modelo GR-120), a las hojas se les midió el área foliar en el medidor (LI-COR.inc, modelo LI-3100), y enseguida se pesaron.

Con los resultados obtenidos de las variables agronómicas se calcularon tanto los Coeficientes de Partición de Biomasa como los Índices de Crecimiento del cultivo.

### Coeficiente de Partición de Biomasa (CPB)

Para analizar el coeficiente de partición de biomasa se expresa en porcentaje indicando en gramos la cantidad de materia que se envía a cada órgano de la planta. Para obtener el CPB de hoja se expresa  $PS_{Hoja}/PS_{Total}$ , para tallo  $PS_{Tallo}/PS_{Total}$ , flor  $PS_{Flor}/PS_{Total}$ .

### Índices de Crecimiento.

Para realizar un análisis de la productividad de una planta en función de su crecimiento se requiere de dos principios: la medida del material vegetal existente (P), la medida del sistema asimilativo de este material (A), intervalos sucesionales del tiempo. En la practica la variable más comúnmente se empleada es P, es el peso seco total de la planta individual, y de A el área foliar por planta. Para medir los Indices de Crecimiento se tomaran en cuenta: Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Relación de Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF), Área Foliar Especifica (AFE).

### Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

Se define como el incremento de materia vegetal por unidad de materia vegetal presente, por unidad de tiempo. Representa la eficiencia de la planta como productora de nuevo material. Unidades en que se expresa es:  $g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1}$ , matemáticamente como:  $TCR = \ln PS_2 - \ln PS_1 / t_2 - t_1$

### Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Es el incremento de materia vegetal por unidad de sistema asimilativo, por unidad de tiempo. Este índice representa una medida del balance que existe entre

la actividad fotosintética y la actividad respiratoria de la planta. Unidades en que se expresa son:  $g \cdot cm^{-2} \cdot dia^{-1}$ . Matemáticamente:  $TAN = ((PS2-PS1) / (t2-t1)) * ((\ln AF2 - \ln AF1) / (AF2 - AF1))$ .

#### Relación de Área Foliar (RAF)

Es la proporción de sistema asimilativo por unidad de materia vegetal presente en un instante de tiempo. Se expresa en  $cm^{-2} \cdot g^{-1}$ . Matemáticamente como:  $RAF = ((AF1/PS1) + (AF2/PS2)) / 2$ .

#### Relación de Peso Foliar (RPF)

Este índice está formado por dos componentes; la magnitud del peso seco de la hoja y por la unidad de peso seco total de la planta. No tienes unidades en que se pueda expresar. Aunque es una medida instantánea, a menudo se emplea la medida entre el intervalo de  $t1$  a  $t2$ . Matemáticamente se expresa;  $RPF = ((PSH1/PS1) + (PSH2/PS2)) / 2$

#### Área Foliar Especifica (AFE)

Este índice expresa la densidad o el grosor de la hoja relativamente de la hoja. Es una medida de relación entre el área foliar y el peso seco de la hoja por lo que las unidades en que se expresa son;  $cm^{-2} \cdot g^{-1}$ . Matemáticamente se define como:  $AFE = ((AF1/PSH1) + (AF2/PSH2)) / 2$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Coeficientes de Partición de Biomasa

En el análisis de varianza para el Coeficientes de Partición de Biomasa (CPB) demostró que no existe diferencia significativa en los muestreos, excepto para el tercero en flor, y el quinto en hoja, (Cuadro 1). El análisis de comparación de medias (DMS), mostró que para el primer muestreo las plantas testigos distribuyeron su biomasa enviando el 66 % a hojas, acumulando menos biomasa que las plantas tratadas con AS, mientras que para tallo el tratamiento testigo fue el que envió más biomasa que las plantas tratadas con AS.

Cuadro 1. Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para Coeficientes de Partición de Biomasa (CPB) en un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con diferentes concentraciones de Ácido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fecha de muestreo						
		13-05-11	23-05-11	03-06-11	13-06-11	23-06-11	03-07-11	13-07-11
0 M		0.66 a $\Delta$	0.67 a	0.62 a	0.57 a	0.37 ab	0.47 a	0.31 a
1x10 <sup>-6</sup>		0.74 a	0.66 a	0.66 a	0.64 a	0.41 a	0.42 a	0.33 a
1x10 <sup>-8</sup>	CPBHoja	0.70 a	0.63 a	0.60 a	0.67 a	0.42 a	0.40 a	0.33 a
1x10 <sup>-10</sup>		0.72 a	0.65 a	0.62 a	0.62 a	0.33 b	0.44 a	0.28 a
C.V%		13.64	4.98	6.91	12.75	8	14.18	17.39
		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
0 M		0.33 a	0.32 a	0.37 a	0.38 a	0.40 a	0.35 a	0.26 a
1x10 <sup>-6</sup>		0.25 a	0.33 a	0.33 a	0.33 a	0.44 a	0.33 a	0.40 a
1x10 <sup>-8</sup>	CPBTallo	0.29 a	0.36 a	0.37 a	0.33 a	0.49 a	0.35 a	0.35 a
1x10 <sup>-10</sup>		0.27 a	0.34 a	0.36 a	0.35 a	0.42 a	0.31 a	0.35 a
C.V%		33.9	9.5	12.64	16.14	20.97	16.95	31.83
		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
0 M				0.003 c	0.019 a	0.017 a	0.016 a	0.007 a
1x10 <sup>-6</sup>				0.004 bc	0.019 a	0.022 a	0.008 a	0.008 a
1x10 <sup>-8</sup>	CPBFlor			0.0148 a	0.021 a	0.009 a	0.011 a	0.007 a
1x10 <sup>-10</sup>				0.011 ab	0.008 a	0.030 a	0.011 a	0.005 a
C.V%				51.04	77.13	71.74	51.52	54.74
				*	NS	NS	NS	NS
0 M					0.02 a	0.19 a	0.16 a	0.40 a
1x10 <sup>-6</sup>					0.003 a	0.12 a	0.23 a	0.24 a
1x10 <sup>-8</sup>	CPBFruto				0.07 a	0.065 a	0.23 a	0.29 a
1x10 <sup>-10</sup>					0.01 a	0.21 a	0.21 a	0.34 a
C.V%					136.56	65.51	48.24	33.99
					NS	NS	NS	NS

C.V= Coeficiente de Variación

\*= Diferencia Significativa.

NS=Diferencia No Significativa.

$\Delta$ = Medias con la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS al 0.05.

En el segundo muestreo, se puede observar que en la variable hoja se presentó una tendencia a disminuir en envío de biomasa en todas las plantas tratadas con AS, a diferencia de la variable tallo en la cual se observa una tendencia al incremento en envío de biomasa en todas las plantas tratadas con AS.

Para el tercer muestreo, hay una tendencia a la disminución de repartición de biomasa en todos los tratamientos, mientras que para la variable tallo se observa una tendencia al incremento de biomasa en las plantas de todos los tratamientos. Cabe mencionar que para esta fecha las plantas iniciaron el enviar de biomasa a formar flores, donde el tratamiento de  $1 \times 10^{-8}$  M de AS envió la mayor cantidad con un porcentaje del 1.48 %, ubicándose por encima de los demás tratamientos.

En el cuarto muestreo, en la variable hoja las plantas testigo y las tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  M de AS siguieron manteniendo la tendencia a la disminución del envío de biomasa, mientras que las plantas del tratamiento  $1 \times 10^{-8}$  M de AS mostraron un incremento de biomasa y las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-10}$  M de AS mantiene el mismo porcentaje del muestreo anterior. Para la variable tallo se observa que las plantas testigo presentaron un ligero incremento, mientras que las plantas tratadas con AS, siguen manteniendo la tendencia a la disminución en el envío de biomasa. Para la variable flor hay una tendencia a la disminución en envío de biomasa en todas las plantas tratadas. En esta fecha, se presentaron los primeros frutos en las plantas de todos los tratamientos, sobresaliendo el tratamiento de  $1 \times 10^{-8}$  M de AS con el 7 % de biomasa acumulada enviando por debajo el resto de los demás plantas tratadas.

En el quinto muestreo, se muestra una tendencia a la disminución del envío de biomasa de hoja en las plantas de todos los tratamientos. Mientras que en la variable tallo, se muestra un incremento de biomasa en las plantas de todos los tratamientos. Para la variable flor, disminuyó la biomasa en las plantas testigo, mientras que las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M de AS mostraron un ligero incremento en su biomasa. Para la variable fruto se incrementó la biomasa en las plantas de los tratamientos  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M mientras que las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  M de AS y las plantas testigo mostraron una disminución en la biomasa acumulada. Estos resultados coinciden con lo encontrados por Chirinos *et al.* (1993), quienes mostraron que el crecimiento en el tallo del cultivo de tomate tuvo un aumento leve en los primeros 45 dds, lo que coincide con los resultados encontrados en este trabajo en la misma fecha.

Para el sexto muestreo, para la variable hoja se observa una tendencia al incremento en el envío de biomasa en todas las plantas a excepción de las plantas tratadas con AS  $1 \times 10^{-8}$  M las cuales se muestran una disminución ubicándose por debajo del resto de las plantas tratadas. Para la variable tallo, se observa una disminución en las plantas de todos los tratamientos, así mismo en variable flor también se observa una disminución en las plantas de todos los tratamientos a excepción de las plantas de  $1 \times 10^{-8}$  M de AS en las cuales se observó un incremento. Estos resultados son semejantes a los mostrados por, Chirinos-Torres, (1999) quien encontró que hubo una disminución en el envío de biomasa hacia las flores del cultivo de tomate en el periodo de 45 a 60 dds. Para la variable fruto se puede observar una tendencia al incremento de envío de biomasa

en todas las plantas tratadas con AS a diferencia de las plantas testigo las cuales mostraron una disminución en su biomasa

En el séptimo muestreo, en la variable hoja existe una tendencia muy marcada en la disminución del envío de biomasa en las plantas de todos los tratamientos. Para la variable tallo, se observa que las plantas tratadas con AS muestran un incremento en el envío de biomasa mientras que en las plantas testigo se disminuye.

Para la variable flor la tendencia es a la disminución de biomasa en las plantas de todos los tratamientos. Para la variable fruto se observa una tendencia al incremento de envío de biomasa en las plantas de todos los tratamientos. Estos resultados coinciden con los encontrados por Quezada, (2005) quien observo en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill), un cambio de patrón de repartición de la biomasa a través del tiempo, disminuyendo para el caso de las hojas y aumentando para los tallos, en el caso de las flores fue muy variable y no hubo tendencias claras de un patrón de distribución, generalmente es normal en cualquier planta.

## ÍNDICES DE CRECIMIENTO

### TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO (TCR)

En el análisis de varianza para los Índices de Crecimiento de un cultivo de tomate se demostró que no existe diferencia significativa en la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), excepto para el segundo y tercer muestreo, (Cuadro 2). El análisis de comparación de medias (DMS), en el primer muestreo para la variable Tasa de Crecimiento Relativo, las plantas testigos mostraron una velocidad de acumulación de  $0.151 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ , siendo las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M de AS las que mostraron una velocidad de acumulación mayor.

Cuadro 2. Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Tasa de Crecimiento Relativo en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con diferentes concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		23-05/13-05	3-06/23-05	13-06/3-06	23-06/13-06	3-07/23-06	13-07/3-07
0 M		0.151 <sup>a</sup>	0.030 b <sup>©</sup>	0.161 a	0.018 a	0.007 a	0.088 a
$1 \times 10^{-6}$		0.035 a	0.206 a	0.041 b	0.074 a	0.009 a	0.047 a
$1 \times 10^{-8}$	TCR	0.160 a	0.065 b	0.073 b	0.018 a	0.034 a	0.034 a
$1 \times 10^{-10}$	( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ )	0.170 a	0.093 b	0.041 b	0.038 a	0.016 a	0.043 a
C.V%		44.57	52.55	40.99	79.54	114.3	44.48
		NS	*	*	NS	NS	NS

\*= Diferencia Significativa. NS= Diferencia No Significativa. ©= Medias con la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS al 0.05.

En el segundo muestreo, las plantas con los tratamientos mantienen la tendencia a la disminución, excepto las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  M de AS

mostrando una velocidad de acumulación mayor que el resto de las plantas de los tratamientos.

Para el tercer muestreo, la tendencia es aumentar en las plantas testigos y las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  M de AS mientras que las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M de AS tienden a la disminución, siendo las plantas testigo las que presentaron mayor velocidad de acumulación de biomasa ubicándose por encima de las plantas tratadas.

Para el cuarto muestreo, las plantas de los tratamientos mantienen la tendencia a la disminución, excepto las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  M de AS ubicándose por encima de las plantas de los tratamientos con AS, sin embargo, cabe mencionar que las concentraciones más bajas de AS superan a las plantas testigos.

En el quinto muestreo, la tendencia es a la disminución las plantas de los tratamientos, excepto las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  M de AS siendo las plantas tratadas con AS las que se estuvieron por encima de las plantas testigo. Para el sexto muestreo, la tendencia es al aumento siendo las plantas testigo las que presentaron una velocidad de acumulación mayor, estando por encima de las plantas tratadas con AS.

En la Figura 1. Se observa que las plantas testigos presentan una velocidad de acumulación mayor en algunos tiempos, estando por arriba de las concentraciones mas bajas, mientras las plantas tratadas con la concentración

mas alta es que presenta una velocidad mayor. Estos resultados son similares a los mostrados por Casierra-Posada *et al*, (2007), Casierra y Constanza (2009), quienes muestran que la tasa de crecimiento relativo presento un descenso drástico desde los primeros 25 días después del trasplante, con el paso del tiempo continua descendiendo hasta el momento de la cosecha del cultivo de tomate.

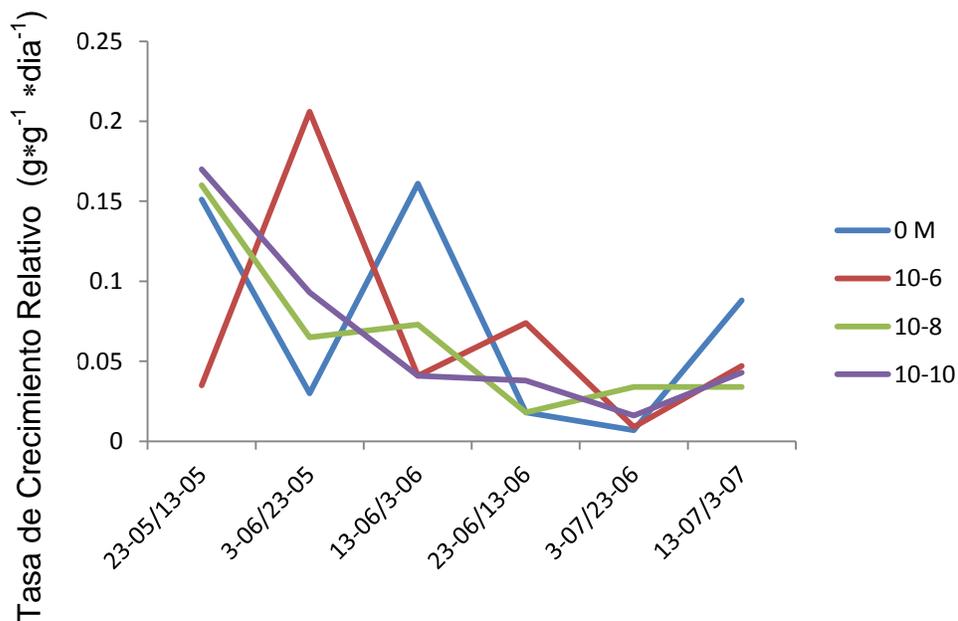


Figura 1. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento Relativo de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

#### TASA DE ASIMILACIÓN NETA (TAN).

En el primer muestreo, las plantas testigos presentaron  $0.155 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$  de producción de biomasa estando por encima de las plantas tratadas con AS

siendo los tratamientos  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-8}$  M de AS las que produjeron menos biomasa (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Tasa de Asimilación Neta en un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		23-05/13-05	3-06/23-05	13-06/3-06	23-06/13-06	3-07/23-06	13-07/3-07
0 M		0.155 a <sup>©</sup>	0.0002 a	0.002 a	0.0003 a	0.0001 a	0.0022 a
$1 \times 10^{-6}$		0.011 a	0.0023 a	0.001 a	0.0012 a	0.0002 a	0.0009 a
$1 \times 10^{-8}$	TAN	0.093 a	0.0006 a	0.001 a	0.0004 a	0.0008 a	0.0007 a
$1 \times 10^{-10}$	(g*cm <sup>-2</sup> *dia <sup>-1</sup> )	0.127 a	0.0008 a	0.001 a	0.0007 a	0.0003 a	0.0009 a
C.V%		64.8	83.05	28.83	83.13	114.01	52.48
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

C.V.= Coeficiente de Variación. NS= Diferencia No Significativa. <sup>©</sup>= Medias con la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS al 0.05.

Para el segundo muestreo, la tendencia es la disminución en todas las plantas de los tratamientos, mostrando que las plantas tratadas con AS superaron a las plantas testigo.

En el tercer muestreo, cambió la tendencia al aumento para las plantas de los tratamientos, siendo las plantas testigos las que presentaron mayor producción de biomasa ubicándose por encima de las plantas tratadas con AS.

Para el cuarto muestreo, la tendencia es a la disminución en las plantas de los tratamientos, siendo las plantas tratadas con AS las que produjeron mayor biomasa que las plantas testigo.

En el quinto muestreo, se mantiene la tendencia a la disminución para las plantas de los tratamientos excepto para las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  M de AS

las que mostraron un incremento en la producción de biomasa, superando el resto de las plantas de los tratamientos.

Para el sexto muestreo, la tendencia es al incremento excepto las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  M de AS siendo las plantas testigos las que produjeron mayor biomasa ubicándose por encima de las plantas tratadas con AS. Estos resultados son semejantes a los encontrados 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 esta va disminuyendo gradualmente al paso del tiempo, (Figura 2).

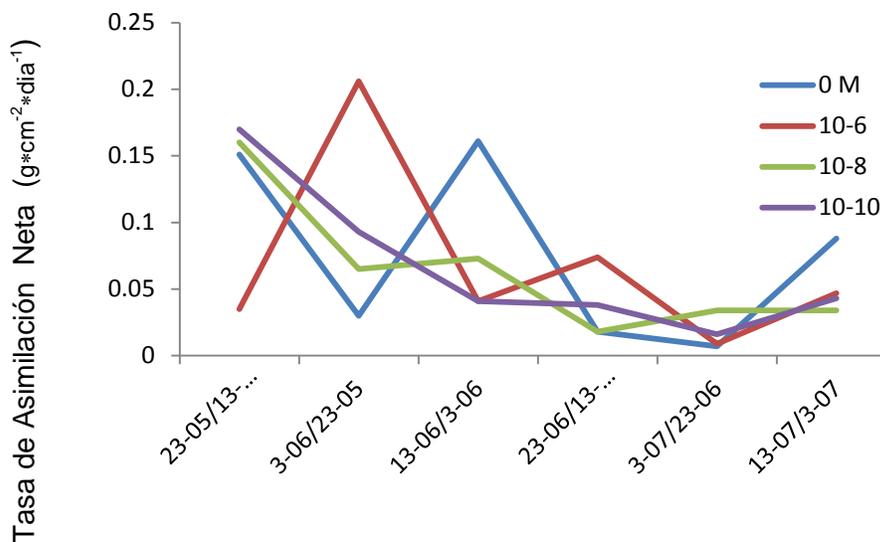


Figura 2. Comportamiento de la Tasa de Asimilación Neta de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

En la Figura 2. Se puede observar, que las plantas testigos presentaron una producción de biomasa mayor en algunos de los tiempos comparado con las plantas tratadas con las concentraciones mas altas, siendo las plantas tratadas

con la menor concentración de AS las que presentaron una mayor producción de biomasa, y con el paso del tiempo tienden a la disminución.

Por su parte Barraza, *et al.* (2004), difiere con lo encontrado debido a que los valores máximos de la TAN del cultivo de tomate se presentaron a los 75 días después del trasplante.

Relación de Área Foliar (RAF).

En el primer muestreo, las plantas testigo presentaron 170.82 cm<sup>2</sup>/g ubicándose por debajo de las plantas tratadas con AS siendo estas las que presentaron una mayor área foliar, (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Relación de Área Foliar en un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		23-05/13-05	3-06/23-05	13-06/3-06	23-06/13-06	3-07/23-06	13-07/3-07
0 M		170.820a <sup>©</sup>	134.637 a	81.708 a	53.042 a	50.612 a	44.516 a
1x10 <sup>-6</sup>		188.951 a	113.572 a	82.450 a	62.906 a	47.205 a	48.759 a
1x10 <sup>-8</sup>	RAF	179.036 a	110.710 a	73.745 a	45.331 a	41.382 a	44.222 a
1x10 <sup>-10</sup>	(cm <sup>2</sup> *g <sup>-1</sup> )	188.414 a	117.065 a	76.999 a	57.665 a	45.728 a	45.939 a
1xC.V%		17.88	18.23	17.49	14.76	16.99	11.8
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

C.V= Coeficiente de Variación. NS= Diferencia No Significativa. <sup>©</sup>= Medias con la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS, al 0,05.

Para el segundo muestreo, la tendencia es a la disminución en las plantas de todos los tratamientos siendo las plantas testigo las que superaron a las plantas tratadas con AS. En el tercer muestreo, se mantuvo la tendencia del muestreo anterior a la disminución, donde las plantas tratadas con 1x10<sup>-6</sup> M de

AS son las que presentaron un área foliar mayor superando al resto de las plantas de los tratamientos. Para el cuarto muestreo, se sigue manteniendo la tendencia a la disminución del muestreo anterior, siendo las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  M de AS las que presentaron una mayor área foliar con respecto a las plantas de los tratamientos, con AS.

En el quinto muestreo, la tendencia se mantiene siendo las plantas testigo las que producen mayor área foliar, ubicándose por encima de las plantas tratadas con AS. Para el sexto muestreo, la tendencia es al aumento en las plantas tratadas con AS, excepto para las plantas testigo, siendo las plantas tratadas con AS las que produjeron mayor área foliar, ubicándose por encima de las plantas testigo, (Figura 3).

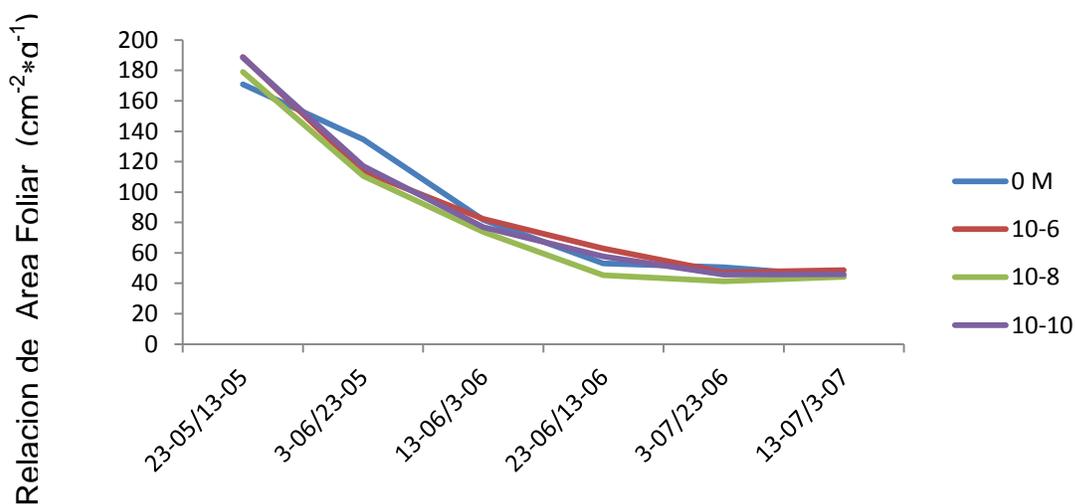


Figura 3. Comportamiento de la Relación de Área Foliar de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

Estos resultados coinciden con lo mostrados por Quezada (2005), donde las plantas testigos presentaron tener una menor RAF, comparado con las plantas de

los tratamientos. Barraza, *et al.* (2004), en donde la RAF en el cultivo de tomate alcanzan los valores más altos al inicio del trasplante, siendo el tratamiento de  $1 \times 10^{-6}$  M de AS el que supero a los demás tratamiento, y va disminuyendo al término del ciclo vital del cultivo.

En la Figura 3 se observa que las plantas testigos se ubican por encima de las plantas tratadas con AS en algún momento, siendo las plantas tratadas las que presentan menor área foliar durante algún tiempo del desarrollo del cultivo del tomate.

#### Relación de Peso Foliar (RPF)

En el primer muestreo, las plantas testigo presentaron 66.90 g/g de Relación de Peso Foliar, siendo las plantas tratadas con AS las que presentaron una mayor Relación de Peso Foliar (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para la Relación de Peso Foliar en un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		23-05/13-05	3-06/23-05	13-06/3-06	23-06/13-06	3-07/23-06	13-07/3-07
0 M		0.669 a <sup>©</sup>	0.646 a	0.598 a	0.475 a	0.423 a	0.393 a
$1 \times 10^{-6}$		0.707 a	0.664 a	0.655 a	0.528 a	0.415 a	0.378 a
$1 \times 10^{-8}$	RPF (g /g)	0.669 a	0.620 a	0.590 a	0.500 a	0.415 a	0.369 a
$1 \times 10^{-10}$		0.692 a	0.640 a	0.625 a	0.479 a	0.390 a	0.368 a
C.V%		7.07	4.33	7.85	9.13	6.71	13.38
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

C.V= Coeficiente de Variación. NS= Diferencia No Significativa. <sup>©</sup>= Medias con la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS al 0.05.

Para el segundo, tercero y cuarto muestreo, la tendencia es a la disminución donde las plantas tratadas con AS  $1 \times 10^{-6}$  M de AS son las que presentaron una mayor Relación de Peso Foliar que el resto de las plantas de los tratamientos. En el quinto y sexto muestreo, la tendencia es a la disminución siendo las plantas testigo las presentaron una mayor relación de peso foliar con respecto a las plantas tratadas con AS. Estos resultados son similares a los encontrados por Geraud, *et al.* (1995) donde la RPF se mantuvo relativamente constante (rango: 0.60-0.68) hasta los 40 días ddt, declinando posteriormente hasta 0.36 g/g. Por su parte Páez, *et al.* (2000) en el cultivo de tomate, la RPF aumento con el sombreado, y esto a su vez aumenta la distribución de biomasa este efecto solo se observó en las fases tempranas del crecimiento, es decir, antes de los 40 días de crecimiento vegetativo (Figura 4).

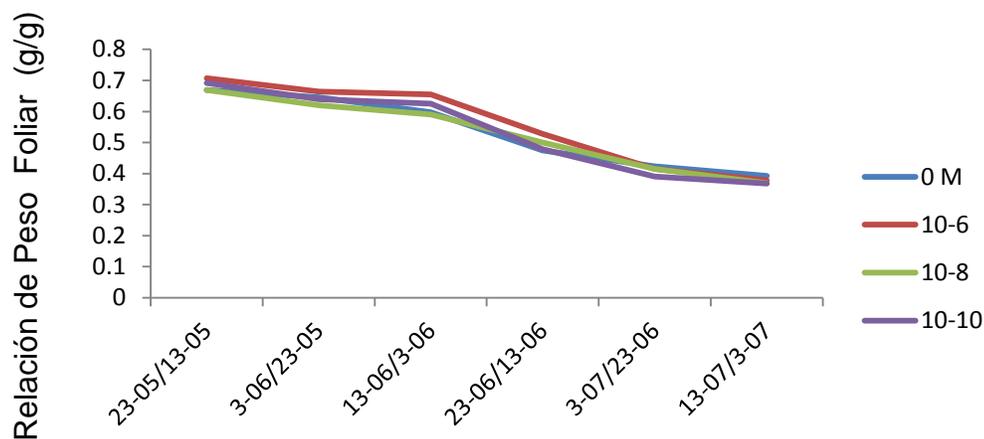


Figura 4. Comportamiento de la Relación de Peso Foliar de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

En la Figura 4, las plantas testigos presentaron una menor área foliar, siendo las plantas tratadas con AS las que mostraron una mayor Relación de Area Foliar durante todo el tiempo.

#### Área Foliar Especifica (AFE)

Para el primer muestreo, las plantas testigo presentaron hojas más chicas y gruesas contraria a las planta tratadas con AS que mostraron tener las hojas más grandes y delgadas, observando que las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-10}$  M de AS las que produjeron las hojas más grandes y delgadas (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Análisis de Varianza y Comparación de Medias (DMS) para Área Foliar Especifica en un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

Tratamiento	Variable	Fechas de muestreos					
		23-05/13-05	3-06/23-05	13-06/3-06	23-06/13-06	3-07/23-06	13-07/3-07
0 M		251.198a©	206.494 a	135.560 a	112.431 a	118.936 a	44.516 a
$1 \times 10^{-6}$		264.225 a	172.971 a	128.577 a	117.431 a	113.958 a	48.759 a
$1 \times 10^{-8}$	AFE	263.646 a	176.975 a	124.428 a	89.835 a	101.193 a	44.222 a
$1 \times 10^{-10}$	( $\text{cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ )	269.347 a	180.930 a	123.289 a	125.549 a	120.178 a	45.939 a
C.V%		15.98 a	18.92	17.74	19.46	15.69	11.8
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

C.V= Coeficiente de Variación. NS= Diferencia No Significativa. ©= Medias con la misma letra dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS al 0.05.

En el segundo muestreo, la tendencia es a la disminución en la producción de área foliar, mostrando que las plantas testigo presentaron tener las hojas más grandes y delgadas mientras que las plantas tratadas con AS mostraron las hojas más chicas y gruesas.

Para el tercer muestreo, la tendencia es a la disminución siendo las plantas tratadas con AS las que produjeron las hojas más chicas y gruesas con respecto a las plantas testigo que fueron las que presentaron las hojas más grandes y delgadas.

En el cuarto muestreo, se mantiene la tendencia a la disminución de relación de área foliar a excepción de las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-10}$  M de AS siendo las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-10}$  M de AS las que produjeron las hojas más grandes y delgadas que el resto de las plantas de los tratamientos.

Para el quinto muestreo, la tendencia es al aumento en las plantas testigo y las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-8}$  M de AS, mientras que las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-10}$  M de AS, tienden a disminuir, siendo las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-10}$  M las que presentaron las hojas más grandes y delgadas que las plantas de los tratamientos.

En el sexto muestreo, la tendencia es a la disminución en las plantas de los tratamientos siendo las plantas tratadas con  $1 \times 10^{-6}$  M de AS las que presentaron las hojas más grandes y delgadas, ubicándose por encima de las plantas de los tratamientos. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Páez. *et al*, (2000), donde el AFE en el cultivo de tomate disminuye en los primeros 60 días de crecimiento de la planta.

Finalmente en la Figura 5 se puede apreciar que las plantas testigos tienen mayor área foliar, comparada con las plantas tratadas con AS, siendo estas las que presentaron hojas más pequeñas y delgadas. Conforme transcurre el tiempo

el área foliar de las plantas tiende a disminuir, estando por encima las plantas tratadas con AS.

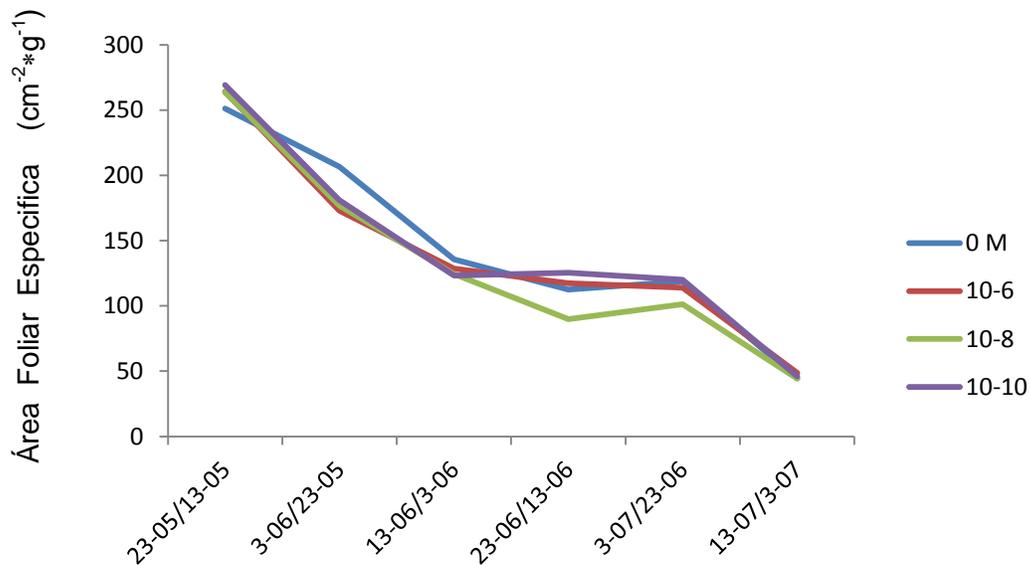


Figura 5. Comportamiento del Área Foliar Especifica de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) con Diferentes Concentraciones de Acido Salicílico.

## CONCLUSIONES

1. El crecimiento de las plantas de tomate se vio favorecido por las aplicaciones de Acido Salicílico en algunas etapas de crecimiento.
2. El Acido Salicílico cambió el patrón normal de distribución de biomasa nueva producida, en hojas, tallos y flores.
3. En los Índices de Crecimiento el uso del Acido Salicílico modifico el crecimiento de la planta del cultivo de tomate, incrementando algunos Índices.
4. Se sugiere para trabajos posteriores relacionados con el impacto que tiene el acido salicílico, en el envío de biomasa hacia los frutos, que se considere el peso de estos para ver una posible relación con el rendimiento y otros caracteres agronómicos (calidad, contenido de grados brix, entre otros).

## LITERATURA CITADA

- Amal, B. 1995. El efecto de los bioreguladores sobre la calidad del fruto de algunos indicadores fisiológicos en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.var.Lamuyo). Tesis de doctorado. Universidad de Granada. Departamento de Biología Vegetal Programa de Doctorado: Fisiología del Desarrollo de Plantas Superiores. Hospital Real, Cuesta del Hospicio s/n, Granada. España.
- Aparecida, P. J. Orika, O. I. 2008. Growth of *Salvia officinalis* plants under action of plant growth regulators. *Ciencia Rural*. 38(8):2186-2190.
- 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.
- Azofeina, A. Moreira, M. A.- 2004.- Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annumm* L.), en la Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 28(001):57-67.
- Balbi, V. and Devoto, A.- 2008.- Jasmonate signalling network in *Arabidopsis thaliana*: crucial regulatory nodes and new physiological scenarios. *New Phytologist*. 177: 301-318.
- Barraza, F V. Fischer-Gerhard. Cardona, C. E.-2004.-Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú Medio, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 22(1): 81-90.

- 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 p.
- Benavides-Mendoza, A. Salazar-Torres, A, M. Ramírez-Godina, F. Robledo-Torres, V. Ramírez-Rodríguez, H. and Maiti, R.-2003.- Pepper Seed Treatment with Salicylic and Sulfosalicylic Acid and Response of Seedlings to Cold Stress. *Terra Latinoamericana*. 22: 41-47.
- Benavides-Mendoza, A. Burgos-Limón, D. Ortega-Ortiz, H. Ramírez, H.- 2007.- El ácido benzoico y poliácido acrílicoquitosán en la calidad y el rendimiento del tomate cultivado en suelo calcáreo. *Terra Latinoamericana*. 25(3):123-129.
- Borrego, F. Fernández, J. M. López A. Parga M. V. Murillo M. Carvajal A.- 2000.- Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) *Agronomía Mesoamericana* 11(1): 145-149.
- Björkman, O.-1981.- Responses to different quantum flux densities. In "Physiological Plant Ecology. I. Responses to the physical environment". *Encycl. Plant Physiol. New Ser.* 12:57-107.
- Broekaert, W. F. Delaure, S. L. De Bolle, M. F. and Cammue B. P.- 2006.- The role of ethylene in host-pathogen interactions. *Annual Review of Phytopathology*. 44: 393–416.

Casierra P, F. Cardozo C, M.-2009.- Basic fruit growth analysis of field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. 'Quindío'). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín. 62(1): 4815-4822.

Casierra, P. F. Constanza, C. M.-2009.- Análisis básico del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. 'Quindío') cultivados a campo abierto. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. 62. 4815-4822.

Casierra-Posada, F. Constanza C. M. Cárdenas-Hernández. J.F.2007. Growth analysis of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivated in greenhouse. Agronomía Colombiana. 25(2), 299-305.

Chen, Z. Silva, H. and Klessig. D. F.- 2009.- Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. Science. 262:1883-1885.

Chirinos, D., F. Geraud, M. Marín, G. Rivero, J. Vergara, J. Moyeda, L. Mármol A. 1993. Desarrollo de la planta de tomate *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande, en la zona del río Limón del estado Zulia, Venezuela. I. Altura de planta, peso fresco, peso seco, número de ramificaciones, hojas, flores y frutos. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 10 (3): 311-323

Chirinos-Torres D, Chirinos-Torres L, M. Marín, M. Román-Urbina Z, Vielma-Baptista J. Castro, C.-1999.- Dinámica de acumulación de materia seca en la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), cv. Río Grande, en la

zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16:  
141-151

Coletto, J. 1995. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. Agroguías  
Mundi-Prensa. Madrid, España. 2ª. Edición 168pp.

Cronje, M, J. and Bornman, L.-1999.- Salicylic acid influences Hsp70/Hsc70  
expression in *Lycopersicon esculentum*: dose- and time-dependent  
induction or potentiation. Biochem. Biophys Res. 2:165-172.

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:  
1247-124.

Durner, J. Shah, J. Klessig, D.F.-1997.- Salicylic acid and disease resistance in  
plants. Trends in Plant Science. 2: 266–274.

Enmorgor, V.- 2007.- El ácido giberelico (AG<sub>3</sub>) influye en el crecimiento vegetativo  
y nodulación y rendimiento de capu (*Vigna unguiculata* L). Diario de  
Agronomía. 6(4):509-517.

Enríquez del Valle, J, R. Carrillo C, G. Sánchez G, P. Rodríguez M, M. Mendoza  
C, M, C.- 2001.- Effect of acetylsalicylic and indolebutyric acids on *in vitro*  
rooting and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Fitotecnia.  
México. 24 (1): 71-78.

- 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.
- Fernández A. H. Rodríguez J. D. Castro P. R. Pinho S. Z. 1995. Efectos de agrostemin en plantas de soja (*Glicine max* L. merrill cv. iac-8), a través dos parámetros fisiológicos: Relación de Área Foliar, Tasa de Asimilación Líquida y Tasa de Crecimiento Relativo. *Sci. Agri.* 52 (2): 339-345.
- Figueroa V. R. Vásquez V. S. Gallegos P. A. Castellanos P. E. Ramírez B. A. Berumen P. S.-2004.- Acumulación de materia seca en alfalfa (*Medicago sativa* L.) en función de la lámina de riego con el método por goteo subsuperficial. *Agrofaz.* 4(1):481-486.
- Fuentes-Lara, L.O. Flores-Verástegui, M. I N. Benavides-Mendoza, A. Ramírez, H. Ortega-Ortíz, H. Hernández-Dávila, J. Robledo-Torres, V.-2004.- Comportamiento poscosecha de tomate al aplicar inductores de tolerancia. Resultados de Proyectos de Investigación 2003. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. ISBN 968-844-032-9. Buenavista Saltillo, Coahuila. Mexico.
- Gaffney, T. Friedrich, L. Vernooij, B. Negrotto, D. Nye, G. Uknes, S. Ward, E, Kessmann, H. Ryals, J.-1993.- Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. *Science.* 261: 754–756.
- Garcia A.N.R. 2004. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en el

crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en tres ciclos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Fitomejoramiento. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Geraud F. Chirinos D. Marín M. Chirinos D.-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.- Fac. Agron. (LUZ):12:15 – 23.

Gil, A.I. Miranda D.- 2007.- Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L) bajo invernadero.- Colombiana Ciencias Hortícolas.- 2(2):142-153.

Graciano C. Goya J. F. Caldiz O. D.-2004.- Acumulación y distribución de materia seca en *Eucalyptus globulus* var. Labill plantado en macetas con tres tipos de suelo y fertilizado con fósforo. Ecología Austral. 14:53-63

Guamialama, V. E. H. Arévalo G. Rueda A. Sierra A.- 2008.- Evaluación de la salud del cultivo de chile orgánico (*Capsicum annum* L) usando ácido salicílico con gallinaza, bocashi y lombrihumus, Resumen de Tesis de Fitotecnia. Ceiba. 49(2).192

Gutiérrez-Coronado, M, A. Trejo-López C. Larque-Saavedra.-1998. Effects of salicylic acid in the growth of roots and shoots sor bean. Plant Physiology and Biochemistry. 36(8): 563-565.

Jiménez, J.-2005.- Evaluación del efecto del ácido acetil salicílico y del Resist compuesto a base de cobre, manganeso y zinc, en la incidencia de enfermedades y en la productividad de la cebolla c.v. Jaguar. Informe Tecnico Fundacion Hondureña de Investigacion Agricola, Programa de Hortalizas. La Lima. Honduras. Pps: 10-15.

Krizek T. D. Kramer F. G. Mirecki, M. R.- 1997. Análisis de crecimiento de plantulas de pepino de la radiación UV-B irradiado por la influencia de la fuente de flujo de fotones. Plant Nutrition. 20(6): 613-623.

Lafuente, M, T. Sala, J, M. Zacarías L.- 2004.- Active oxygen detoxifying enzymes and phenylalanine ammonia-lyase in the ethylene-induced chilling tolerance in citrus fruits. J. Agric. Food Chem. 52:3606-3611.

Larqué–Saavedra, A., 1978. Efecto del ácido salicílico en *Phaseolus vulgaris*. *Physiologia Plantarum* 43(2):126-128.

Larqué-Saavedra. A. Martín-Mex R.A. - 2007.- Acido salicílico afecta el rendimiento de chile bell en condiciones de invernadero, Fourth World Pepper Convention, Queretaro, Queretaro, México, pp. 2

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 agronomico 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.
- 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.
- Martinez, R. Larquez, 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.
- Martín-Mex, R. Vergara-Yoisura, S. Nexticapán-Garcés, A. Larqué-Saavedra A.- 2010.- Application of low concentrations of salicylic acid increases the number of flowers in petunia hybrids. Agrociencia. 44: 773-778.
- Morales E. R. J. Escalante E. J. Lopez S. J. A.- 2004.- Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.) Universidad y Ciencia. 24(1):1-10.

- Moreira, M. A.-2004.- Analisis de crecimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. vc. caliente), en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense. (1):53-60.
- 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, G.A. Martín, M.R. Herrera, T. R. Larqué-Saavedra. A.-2009.- Incremento del rendimiento de papaya maradol por efecto de salicilatos. Memorias en extenso. (17 al 21 de mayo del 2009). Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida. Yucatán, México.
- 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.
- Ojeda B. S. 2003. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en el crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Buenavista Saltillo Coahuila México
- Páez, A. Paz, V. López, J. C.- 2000.- Growth and physiological responses of tomato plants cv.Río Grande during may to july season. Effect of shading. Rev. Fac. Agron. 17: 173-184.

- Pérez, A.J.A. García, M.E. Enríquez, Q.J.F. Quero, C.A.R. Pérez, P.J. Hernández, G.A.-2004.- Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Bachiaria híbrido*) .- Técnica Pecuaria Mexicana.- 42(003):447-458.
- Quezada, M. R.-2005.- Evaluación de micronutrientes de biocampo sobre el desarrollo de plántulas de tomate. Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA). Reporte de Investigación. Departamento de Plásticos en la Agricultura. Saltillo, Coahuila.
- Ramírez, H. Rancaño, A J. Benavides M. A. Mendoza V.R. Padrón C. E.- 2006.- Influencia de promotores de oxidación controlada en hortalizas y su relación con antioxidantes. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 12(002): 189-195
- 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 I.- 1992.- Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology. 43: 439-463.
- Rincón, S.L. Pellicer, B.C. Sáez, S.J. Abadía, S.A. Pérez, C. A Marín, N.C.- 2001.- Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. Producción y Protección Vegetal. 16(001):287-293
- Rodríguez J. C. Rodríguez S. D. Pedras J. F. Delachiave M. E. A. Boaro C. S. F.- 1993.- Diferentes niveles de calcio en el desenvolvimiento de plantas de

- estilizantes (*Stylosanthes guyanensis* var. Abul). Agrícola Piracicaba. 50(2):166-175.
- Salvador, L, S, P. Miranda, N. Aragón, V. Lara, H.-1999.- Recubrimiento de quitosán en aguacate. Rev. Soc. Quím. Méx. 43:18-23.
- Sanchez, R. S.-2010.-Respuesta antioxidante al tratamiento con ácido salicílico en plantas de papa infectadas con fitoplasma. Tesis (Maestra en Ciencias, Especialista en Botánica).- Postgrado de Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo de México.
- Sedano, C.G. González, H.A. Engleman, E.M. Villanueva V.C.- 2005.- Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita.- Chapingo serie Hortícola. 11(002):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.
- Singh, G. and M. Kaur,-1980.- Effect of growth regulators on padding and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) Wilczek. Indian J. Plant Physiol. 23:366–70
- Smith, A. San Jose, J. J.- 2010.- Productividad del maíz (*Zea mays* L.) en las condiciones climáticas de los llanos altos centrales de Venezuela. ii. crecimiento del híbrido obregon sembrado en la temporada seca. Agronomía Tropical. 29(5): 439-45.

- Smith, A. y San Jose, J.J.- 1979.- Productividad del maíz (*Zea mays* L) en las condiciones climáticas de los Llanos altos centrales de Venezuela.- *Agronomía Tropical*.- 29:(005):439-451.
- Spletzer, M. E. and Enyedi, A. J.- 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternari solani* in hydroponically grown tomato. *Phytopathology*. 89: 722-727.
- Spoel, S.H. Johnson, J.S. and. Dong D.- 2007.- Regulation of tradeoffs between plant defenses against pathogens with different lifestyles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 104: 18842–18847.
- Usman-Ghazanfar M. Wakil, W and Talib-Sahi S.-2011.- Induction of resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) against *Ascochyta rabiei* by applying chemicals and plant extracts. *Journal of Agricultural Research*. 71(1):52-62.
- Vagen I. M. Skjelvag A. O. Bonesmo H.- 2004.- Análisis de crecimiento de Brócoli en relación con la aplicación de fertilizantes de nitrógeno. *Diario de la Ciencia: La Biotecnología y Horticultura*. 79(3):489-492.

- Velasco B. E. y Aldazabal R. M.- 2003.- Influencia de cuatro niveles de humedad del suelo sobre el crecimiento de la soya (G7-R315), cultivada en tres épocas (III): área foliar específica, relación de peso foliar y relación de área foliar. *Alimentaria*. 349: 137-141.
- Velasco, S. P. Pineda, S. Méndez, A. España, M.L. Cárdenas-Navarro, R. Bayuelo-Jiménez, J. Valle, J. Figueroa J. I. Lobit, P. Martínez, A.M.-2010. Reflectancia foliar, crecimiento y respuesta fisiológicas de maíz y tomate a un abrillantador óptico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33: 45-52.
- Verberne, M.C. Verpoorte, R. Bol, J. F. Mercado-Blanco, J. Linthorst, H.J.M.- 2000.-Overproduction of salicylic acid in plants by bacterial transgenes enhances pathogen resistance. *Nature Biotechnology*. 18: 779–783.
- Villanueva-Couoh, E. Alcántar-González, G. Sánchez, G. P. Soria, F M. Larque-Saavedr, A.-2009.- Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de *Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura en Yucatán. *Revista Chapingo. Serie horticultura*.15(2):25-3.
- Vlot, A.C. Dempsey, D.A. y D.F. Klessig. 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology*. 47: 177-20
- Wildermuth, M.C. Dewdney, J. Wu, G. F.M. Ausubel. 2001. Isochorismate synthase is required to synthesize salicylic acid for plant defense. *Nature*. 414: 562-571.

Woo R. J. L. Vasquez A. R. Olivares Z. E. Zavala G. F. Gonzales G. R. Valdez C. R. Gallegos V. C.-2004.- Análisis de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.) aplicando lodos activados y urea. *Agrofaz*. 4(1):437-442.

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. Dursun, A.- 2009.- Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae*: 807(1):395-400.

Zahra S. Amin, B. Vakili S. Yazdanpanah, A.M. and Mehdi Y.-2010.- The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl).- *Journal of Biophysics and Structural Biology*. 2(3): 35-4.

Zhanga, Y. Xua, S. Ding, P. Wang, D. Chengd, Y. He,J. Gao, M. Xu, F. Li, F. Zhu, Z. Li, X. and Zhang, Y.- 2010 .- Control of salicylic acid synthesis and systemic acquired resistance by two members of a plant-specific family of transcription factors.- *Plant Physiol*.-1:1-6.

