

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Crecimiento y Desarrollo del Brócoli (*Brassica oleracea*) Cultivado con  
Solución Nutritiva Adicionada con Ácido Salicílico

Por:

**SALVADOR CRUZ ARMENTA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Crecimiento y Desarrollo del Brócoli (*Brassica oleracea*) Cultivado con Solución Nutritiva Adicionada con Ácido Salicílico

Por:

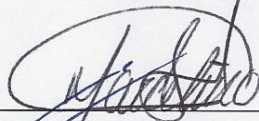
**SALVADOR CRUZ ARMENTA**

TESIS

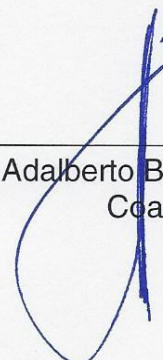
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente  
Asesor Principal



Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
Coasesor



Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar  
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Abril, 2015

## DEDICATORIAS

**A mis padres Ana María Armenta Jiménez y Salvador Cruz García,** que siempre en todo momento estuvieron apoyándome cada día durante 4 años y medio en mi estancia en saltillo por comprenderme, escucharme y sobre todo darme la vida que hoy tengo por enseñarme a valorar a las personas por fomentarme el valor de respeto e igualdad y sobre todo enseñarme que en la vida hay que seguir adelante y nunca rendirse jamás sin haberlo hecho.

**A mi hermanita Jaquelina Cruz Armenta** por sus consejos por su apoyo en mi estancia donde ella también fue su Alma Mater por enseñarme que si debía empezar tenía que acabar y por confiar en mí siempre en cada momento gracias hermanita te quiero mucho.

**A mi hermanito Juan Antonio Cruz Armenta** que a pesar de malos ratos que tengo con él y que es muy callado siempre está ahí para cuando necesito de él por apoyarme durante mi estancia y por preocuparse por mí gracias Nito por tu apoyo.

**Gracias a mi familia Cruz Armenta** que siempre me apoyo y confió en mí.

**A mi abuelita materna Amparo** gracias por preocuparse siempre por mí por preguntar como estoy cada vez que hablaba a casa, dúrame mucho abuelita luego quien me va a hacer mis tortillitas de maíz.

**A mis tíos, Beatriz, Martha, Olga, Tele, Martín Efraín y mi tío Lupe (el güero),** gracias que siempre se preocuparon por mí durante mis estancias en Saltillo.

**A mis primos Cris, Paulin, Martín (el kiki), Miguel (el mayki), Lupe,** que más que mis primos mis amigos incondicionales gracias por estar muy pendiente de mí.

A todos y cada uno de mi familia les agradezco de corazón ya que cada uno a su manera contribuyo en mi formación.

**A mis amigos Leonardo León, los manzano Julio Cesar y Miguel Ángel , a Erick Alonso, Marcos Gabino, Omar Cordero, al Ing. Hugo Sánchez, a JM Ricardo Mendoza, Sergio Pérez, Andrés De La Cruz, Daricel Pérez, Mónica Alik, Zeltzin, Arnulfo, Gustavo Ozuna, Miguel Pérez, David, Joaquín Quiñones, Pablo Vargas y a Daniela Adán** gracias amigos personas como ustedes son muy pocas se les agradece y sobre todo gracias por el apoyo que nos tuvimos durante nuestra carrera ustedes son como una segunda familia para mí y espero siempre contar con ese apoyo incondicional y gracias por confiar en mí y en decirme que si se puede sin ustedes la estancia aquí sería muy solitaria gracias amigos por estar en las buenas y en las malas

**A mis demás amigos de Charco de Pantoja, a Bere Lara, Javi González,** que a pesar de que no estamos cerca siempre existió la misma confianza en platicar como si nunca nos hubiéramos distanciado.

**Y a los jóvenes, Fernando Camarillo y Ricardo Baeza** échenle ganas si pueden lograr sus metas y sus objetivos y gracias por su amistad.

**A mis amigos del Grupo U, Al Ing. Julio Mancera, A Juan Mendoza, A la Ing. María de la Luz Zarate, y al Ing. Esteban Macías Padilla** por aceptarme en realizar mis prácticas en el Grupo U ya que aprendí mucho de ahí y por apoyarme en la realización de mi tesis gracias.

**A Don Manuel y Doña Chole** que me permitieron quedarme es su casa durante 4 años de mi estancia aquí en saltillo.

**A María de Jesús (Marichuy)** porque siempre tuvo la suficiente confianza en mí y en apoyarme en todo momento y en estar ahí cuando más lo he necesitado aun y cuando el tiempo fue poco pero lo suficiente para darme todo su apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios, a la Virgen de Guadalupe y a Señor Santo Santiago apóstol,** por permitirme llegar hasta este día por darme la oportunidad día a día de estar vivo para ver realizar este gran logro en mi vida

**A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme brindado la oportunidad de realizar mi estancia en esta casa de estudios que no solo me dio la habilidad del saber si no una nueva familia en quien confiar y en enseñarme que nunca hay que darse por vencido sin haber hecho la lucha.

**A mi Departamento de Horticultura** por haberme brindado su apoyo durante mi formación académica a sus profesores que gracias a ellos estoy aquí muchas gracias.

**Al Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente** por brindarme su amistad sus conocimientos como profesor y por haber confiado en mí para la realización de este proyecto muchas gracias Dr. Espero contar con usted como un buen amigo.

**Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su participación en la revisión de este trabajo de tesis

**Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar** gracias por haber sido mi profesor por brindarme su amistad y por brindarme sus conocimientos y sobre todo gracias por su cooperación y apoyo en la revisión de este trabajo de tesis.

## INDICE DE TEXTO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE DE TEXTO.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE TABLAS (APENDICES).....	ix
RESUMEN.....	xiv
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.2. HIPOTESIS.....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Origen.....	4
2.1.1. Taxonomía.....	4
2.2. Descripción Botánica.....	5
2.2.1 Ciclo Fenológico.....	5
2.3 Requerimientos Fenológicos.....	5
2.3.1. Requerimientos de Agua.....	6
2.4. Fertilización.....	6
2.5. Plagas.....	6
2.6. Enfermedades.....	7

2.7.Ácido Salicílico.....	7
2.7.1.Obtención del Ácido Salicílico.....	8
2.7.2. Ácido Silícico y su Función en las plantas.....	8
2.7.3.Respuestas Específicas de Ácido Salicílico en Algunas plantas.....	10
2.7.4.ÁcidoSalicílico y Absorción de nutrientes.....	12
2.7.5.Resistencia Sistémica Adquirida.....	13
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1. Ubicación del Experimento.....	15
3.2. Materiales.....	15
3.2.1. De Campo.....	15
3.2.2. De Laboratorio.....	15
3.3. Material Vegetal.....	16
3.4. Establecimiento del Cultivo.....	16
3.5. ratamientos.....	17
3.5.1. Tratamiento 1.....	17
3.5.1. Tratamiento 2.....	18
3.6. Variables Evaluadas.....	18
3.6.1. Altura de la planta.....	18
3.6.2. Diámetro de tallo.....	18
3.6.3. Longitud de Raíz.....	19
3.6.4. Peso Fresco.....	19
3.6.5. Peso Seco.....	19

3.6.6. °Brix.....	19
3.6.7. Fechas de las Variables a medir.....	19
3.7. Modelos Estadístico.....	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Altura de la Planta .....	21
4.2. Diámetro de tallo.....	22
4.3. Longitud de Raíz.....	23
4.4. Peso Fresco.....	24
4.5. Peso Fresco del Segundo Muestreo.....	25
4.6. Peso Fresco del tercer Muestreo.....	25
4.7. Peso seco del primer Muestreo.....	26
4.8. Peso seco del segundo Muestreo.....	27
4.9 ° Brix.....	28
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>30</b>
<b>VII. APENDICE.....</b>	<b>37</b>



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura de la planta .....	21
<b>Figura 2.</b> Diámetro de tallo .....	22
<b>Figura 3.</b> Longitud de raíz.....	23
<b>Figura 4.</b> Peso fresco del 1er muestreo.....	24
<b>Figura 5.</b> Peso fresco del 2do muestreo.....	25
<b>Figura 6.</b> Peso fresco del 3er muestreo.....	25
<b>Figura 7.</b> Peso seco del 1er muestreo.....	26
<b>Figura 8.</b> Peso seco del 2do muestreo.....	27
<b>Figura 9.</b> °Brix.....	28

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b> Descripción de ambientes 1 y 2.....	17
<b>CUADRO2.</b> Muestreos y Etapas Fenológicas.....	18
<b>CUADRO3.</b> Contenido de la solución Steiner al 100%.....	63

## INDICE DE TABLAS (APÉNDICE)

<b>Tabla 1.</b> Análisis de varianza de altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	37
<b>Tabla 2.</b> Pruebas de rango múltiple altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	37
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza de diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	38
<b>Tabla 4.</b> Pruebas de rango múltiple diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	38
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza de longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	39
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de rango múltiple longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	39
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza de altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	40
<b>Tabla 8.</b> Pruebas de rango múltiple altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	40
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza de diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	41

**Tabla 10.** Pruebas de rango múltiple diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....41

**Tabla 11.** Análisis de varianza de longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....42

**Tabla 12.** Pruebas de rango múltiple longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....42

**Tabla 13.** Análisis de varianza de altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....43

**Tabla 14.** Pruebas de rango múltiple altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....43

**Tabla 15.** Análisis de varianza de diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....44

**Tabla 16.** Pruebas de rango múltiple diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....44

**Tabla 17.** Análisis de varianza de longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....45

**Tabla 18.** Pruebas de rango múltiple longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....45

**Tabla 19.** Análisis de varianza de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....46

<b>Tabla 20.</b> Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	46
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza de peso fresco tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	47
<b>Tabla 22.</b> Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	47
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza de peso fresco de la raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	48
<b>Tabla 24.</b> Pruebas de rango múltiple de peso fresco de la raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	48
<b>Tabla 25.</b> Análisis de varianza de peso seco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	49
<b>Tabla 26.</b> Pruebas de rango múltiple de peso seco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	49
<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza de peso seco tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	50
<b>Tabla 28.</b> Pruebas de rango múltiple de peso seco tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	50
<b>Tabla 29.</b> Análisis de varianza de peso seco raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....	51

**Tabla 30.** Pruebas de rango múltiple de peso seco raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....51

**Tabla 31.** Análisis de varianza de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....52

**Tabla 32.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....52

**Tabla 33.** Análisis de varianza de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....53

**Tabla 34.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....53

**Tabla 35.** Análisis de varianza de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....54

**Tabla 36.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....54

**Tabla 37.** Análisis de varianza de peso seco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....55

**Tabla 38.** Pruebas de rango múltiple de peso seco foliar en brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....55

**Tabla 39.** Análisis de varianza de peso seco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....56

**Tabla 40.** Pruebas de rango múltiple de peso seco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....56

**Tabla 41.** Análisis de varianza de peso seco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....57

**Tabla 42.** Pruebas de rango múltiple de peso seco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....57

**Tabla 43.** Análisis de varianza de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....58

**Tabla 44.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....58

**Tabla 45.** Análisis de varianza de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....59

**Tabla 46.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....59

**Tabla 47.** Análisis de varianza de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....60

**Tabla 48.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....60

**Tabla 49.** Análisis de varianza de °Brix extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico de riego .....61

**Tabla 50.** Pruebas de rango múltiple de °Brix de extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....61

**Tabla 51.** Análisis de varianza de °Brix extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico de riego .....62

**Tabla 52.** Pruebas de rango múltiple de °Brix de extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego .....62



## RESUMEN

Este trabajo experimental se realizó en el ciclo de febrero-mayo del año 2013 en el invernadero número 2 perteneciente al departamento de Fitomejoramiento en la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el objetivo fue estudiar el efecto del ácido salicílico aplicado mediante riego en el crecimiento de diferentes órganos de la planta de brócoli (*brassica oleracea*) durante diferentes etapas fenológicas. Se utilizó el tratamiento de ácido salicílico  $10^{-8}$  M y un testigo el cual fue fertirrigado solo con la solución Steiner en la misma cantidad que el tratamiento con ácido salicílico. El sustrato utilizado fue una mezcla de peat moss perlita en una proporción de 50 y 50%, el sustrato fue colocado en bolsas de polietileno negro. El manejo nutricional fue con la solución Steiner a diferentes porcentajes de acuerdo a las etapas fenológicas en el que se encontraba el cultivo, las concentraciones fueron 10 %, 25%, 50%, 75% y 100%. Las aplicaciones del riego fueron aplicadas cada tercer día, debido a que el sustrato podía retener muy bien la humedad. El diseño estadístico aplicado fue el completamente al azar considerando 3 repeticiones por tratamiento, el paquete estadístico utilizado fue el SAS V 9.0, la prueba de comparación de medias fue por Tukey ( $\alpha=.05$ ). Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso fresco y seco y °Brix.

Este estudio pudo mostrar que la aplicación de ácido salicílico  $10^{-8}$  M en el riego solo mostro diferencia significativa en las primeras etapas fenológicas del cultivo, en las demás variables se puede observar diferencias numéricas mas no estadísticamente significativas.

**Palabras clave: ácido salicílico, *Brassica oleracea*.**

Correo Electronico: Salvador Cruz Armenta, [chava@grupou.com.mx](mailto:chava@grupou.com.mx)

## I.- INTRODUCCIÓN

*Brassica oleracea* L. es un cultivo que se desarrolla fundamentalmente durante las estaciones de otoño e invierno.

Es especialmente importante como un cultivo comercial en Asia, Norte y Centro de América y Europa. China, España, Italia, India y Japón están entre los más grandes productores mundiales (Lebeda *et al.*, 2007; Mou, 2008).

En México se sembraron 20 mil 184 hectáreas durante el 2014; los principales estados productores, en orden de importancia, son: Guanajuato (con más de 50 % de la superficie sembrada), Puebla y Michoacán; en estos estados se tienen una gran cantidad de empacadoras y congeladoras que permiten el envío a otros países de América, Europa y Asia (SIAP 1, 2014).

En la última década, la tasa de crecimiento promedio anual de la producción nacional de brócoli fue de 2.6%. La tendencia general de la producción ha ido en aumento debido principalmente al factor de la demanda internacional y a los nuevos hábitos de consumo de este vegetal (SAGARPA, 2011).

Es importante en la alimentación humana por su valor nutricional en la medicina natural (Jaramillo *et al.*, 2005).

El grupo de los salicilatos, incluye el ácido salicílico (AS), el cual se encuentra de forma natural en las plantas desempeñando papeles importantes en cuanto a crecimiento (Noreen *et al.*, 2009; Purcarea y Cachita-Cosma, 2010).

La importancia del ácido salicílico como regulador del crecimiento en plantas esta 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 el ácido salicílico 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)

## **1.1. OBJETIVO**

Determinar el efecto del ácido salicílico en la solución nutritiva sobre la productividad de la planta de brócoli.

### **1.1.1. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Cuantificar los parámetros de calidad productiva y comercial de brócoli tratada con ácido salicílico.

## **1.2. HIPÓTESIS**

El Crecimiento y desarrollo de la planta de brócoli se verá influenciada por la adición con ácido salicílico durante la estación de crecimiento y desarrollo del cultivo.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen

El brócoli *Brassica oleracea* var. *Itálica*, pertenece a la familia Brassicaceae, de ciclo anual; es originaria del Mediterráneo, principalmente de Italia en donde se ha encontrado la mayor diversidad genética; un segundo centro de origen se ubica en Asia Menor (Barahona, 2002).

Existen referencias históricas, de que el cultivo data desde antes de la era cristiana. Fue popular en Italia desde los días del imperio romano, en Francia se cultiva desde el siglo XVI; sin embargo, era desconocido en Inglaterra hasta hace unos pocos siglos. En Estados Unidos, uno de los mayores mercados consumidores en el mundo, el Brócoli se ha convertido en un alimento muy popular recién desde los principios del siglo pasado introducido por inmigrantes italianos (Maroto, 2005)

#### 2.1.1. Taxonomía

El brócoli pertenece a la familia *Cruciferae* y su nombre botánico es *Brassica*

*oleracea* Var. *Italica* L

Es una planta similar a la coliflor, aunque la pella que forma, es más pequeña, la raíz es pivotante con raíces secundarias y superficiales.

Las hojas son de color verde oscuro, algo rizado y festoneado. Son muy erectas (ABCAGRO, 2014).

El brócoli es una planta que desarrolla un eje grueso (entre 2 a 6 cm de diámetro) y corto (20 a 50 50 cm de longitud) sobre el cual se disponen las hojas en entrenudos cortos (Krarup, 1992).

## **2.2. Descripción Botánica**

En el desarrollo y crecimiento del brócoli se pueden considerar las siguientes fases como son de crecimiento, inducción floral, formación de pellas, floración, fructificación (Krarup, 1992).

### **2.2.1. Ciclo fenológico**

El ciclo del brócoli es anual o bianual dependiendo de la región en que se ubique con un ciclo de duración entre 85 a 90 días después del trasplante el habito de esta planta es de manera Alta. (Sakata, 2014).

## **2.3. Requerimientos fenológicos**

Es un cultivo de desarrollo fundamentalmente durante las estaciones de otoño e invierno para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24°C, para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C durante varias horas del día. Prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, un nivel óptimo de pH (acidez) entre 6.5 y 7.0, requiere suelos de textura media, soporta más la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego (SAGARPA, 2012).

### **2.3.1. Requerimiento de Agua**

Se recomiendan riegos antes y después del trasplante (CC), el tercer riego a los 3 días, el cuarto a los 7 días, y luego de 6 a 12 riegos con intervalos semanales, dependiendo estos de la estación, textura de suelo y disponibilidad de agua (Barahona, 2002).

### **2.4. Fertilización**

El cultivo de brócoli para un buen manejo se requiere una fertilización 0-25% de nitrógeno, 50-75% de fosforo y 25 y 50% de potasio y magnesio, ya cubriendo como requerimiento total del cultivo una aplicación de 80-70-100 durante el ciclo de este Barbeta (2003).

### **2.5. Plagas**

#### **- Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella L.*)**

La palomilla dorso de diamante es un insecto de cuatro etapas con duración total de 15 a 40 días, según las condiciones climáticas de la región. Los huevos, larvas y pupas se desarrollan en la planta huésped. Los adultos ocurren en el huésped o en otras plantas adyacentes a los cultivos. En su primer estadio de larva se alimenta de tejido esponjoso en la superficie del envez de la hoja. Pero en la última etapa de larva se convierte en un defoliador voraz, pero este no hace daño a lo que es el producto final el único daño económico es la presencia que se tiene al final (Rueda, 1996).

### **-Pulgon de la col (*Brevicoryne brassicae* L.)**

Se trata de un afido que ataca diferentes especies de la familia crucífera, donde también inverna en forma de huevo en los tallos de las mismas. Son de color blanco azulado y muy ceroso. Producen picaduras en las hojas de las plantas; en ocasiones estas pueden llegar a abarquillarse en los puntos de ataque. Además pueden ocasionar daños indirectos por sus transmisiones de virus (Alatorre, 2001).

## **2.6. Enfermedades**

### **-Alternaria (*Alternaria brassicae* (Berk.) Bolle.)**

Los primeros síntomas se pueden observar al nacer los cotiledones y en la aparición de las primeras hojas. Se forman unas manchas negras de un centímetro de diámetro, con anillos concéntricos más fuerte de color, ya presentada la enfermedad esta se trata con clortalonil,, ya presentada la enfermedad esta se trata con clortalonil, (Yutaka, 2007).

### **-Mildiu (*Peronospora brassicae*)**

Por el haz se forman pequeñas manchas de color amarillo y forma angulosa.

En correspondencia con esas manchas, por el envés se forma una especie de pelusilla de color blanco grisáceo (Yutaka, 2007).

## **2.7. Ácido Salicílico**

Dentro de estos compuestos orgánicos se encuentra el ácido salicílico, una hormona fenólica considerada ahora como un regulador de crecimiento natural (Álvarez, 2000).

El AS es un compuesto fenólico derivado del ácido benzoico involucrado en el metabolismo secundario de las plantas, además se ha identificado que el ácido benzoico y el ácido ortocumarico son precursores o intermediarios del ácido salicílico (Coquoz *et al.*, 1998).

### **2.7.1. Obtención del Ácido Salicílico**

Se tienen dos posibles caminos de donde deriva el ácido salicílico iniciando con el ácido shikimico, seguido de la fenilalanina para llegar al ácido cinnamico: el primero de ellos es vía la de la siguiente descarboxilación de ácido cinnamico para regenerar ácido benzoico, el cual al experimentar hidroxilación resulta en ácido salicílico (Yalpani *et al.*, 1993; Metraux, 2002) y una segunda ruta donde el componente derivado de la fenilalanina antes del ácido salicílico aun no es caracterizado. A las anteriores se suma la ruta vía biosíntesis de Corismato (Metraux, 2002).

### **2.7.2. Ácido Salicílico y su Función en las plantas**

En años recientes algunos grupos de hormonas han sido identificadas, al es el caso de los salicilatos, a los cuales también se les ha llamado compuestos de señalización (o elicitores), ya que no solo están envueltos en el crecimiento y desarrollo de la planta, si no también actúan como



mediadores de las respuestas de las plantas al ambiente (Khan *et al.*, 2010; Purcareea y Cachita-Cosma, 2010).

El ácido salicílico se encuentra en las plantas de forma libre o en forma conjugada. A excepción de unas cuantas plantas como el arroz y la papa generalmente no se encuentra gran cantidad de AS endógeno en forma libre. Las formas conjugadas son glicosidos, esterres, amidas y Ácidos dihidroxibenzoicos. Se supone que cuando se requiere de AS una parte de ello proviene de las reservas conjugadas (Henning *et al.*, 1993).

En las plantas tales como arroz, cebada y soja el nivel de ácido salicílico es de  $1\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  de masa fresca aproximadamente (Raskin *et al.*, 1990).

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

Es un regulador de crecimiento endógeno de naturaleza fenólica que juega un papel muy importante en respuesta a condiciones adversas, como el estrés salino (Bonsani *et al.*, 2001; Tari *et al.*, 1994).

Las altas temperaturas son uno de los principales factores abióticos desfavorables que limitan el rendimiento de la planta y su distribución en muchas regiones del mundo (Ong y Baker, 1985; Criddle *et al.*, 1994).

### **2.7.3. Respuestas Específicas de Ácido Salicílico en Algunas Plantas**

La acumulación local de AS en el sitio de infección generaría la matización de una señal sistémica, probablemente metil-salicilato, la cual induce una respuesta sistémica adquirida responsable de la expresión de genes de resistencia en lugares distantes (Dempsey *et al.*, 1999).

En bajas concentraciones de ácido salicílico ( $10^{-5}$  M) se generaron valores más altos en la actividad de la nitrato reductasa, la producción y parámetros de cosecha en mostaza (Fariduddin, 2002).

Gutiérrez *et al.*, (1998). Mencionan que en los experimentos hubo incrementos en los brotes de soya con la aplicación de 3 concentraciones de ácido salicílico utilizadas ( $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-8}$ ), los incrementos promedio en invernadero y experimentos de campo fueron 23% y 20% promedio. También menciona que en soya hubo un efecto dramático en el crecimiento de raíz y fue observado para todas las concentraciones de ácido salicílico usadas ( $10^{-2}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-8}$ ) tanto en invernadero como campo abierto. Las tres concentraciones de ácido salicílico incrementaron significativamente la longitud de raíz, un incremento del 45% en relación al testigo fue encontrado bajo condiciones de invernadero incluso con el

tratamiento de  $10^{-8}$  M tuvo el efecto el ácido salicílico en el incremento de la raíz fue mayor en el experimento en macetas de campo con aumentos de hasta el 100% sobre el testigo, esto detectado en los tratamientos  $10^{-2}$  y  $10^{-8}$  M.

En pino amarillo hubo un incremento de la biomasa fresca de los tallos en un 33% y un 30% a concentraciones de  $10^{-8}$  M y  $10^{-6}$  M de ácido salicílico. Además también se incrementó considerablemente la biomasa seca de la raíz en un 65% a  $10^{-8}$  M y un 45% a  $10^{-6}$  M (San Miguel *et al.*, 2003).

Aplicando ácido salicílico en el cultivo de tomate se obtuvo un incremento en la biomasa fresca en los diferentes órganos de la planta, además se obtienen otras variables satisfactorias con la aplicación de ácido salicílico tales como: mayor diámetro ecuatorial de fruto, mayor número de flores por planta, mayor número de frutos por planta y rendimiento en kg/planta. (Carrasco, 2008)

Se demostró que al aplicar ácido salicílico a concentraciones de 0,005 y 0,01 mm en plantas de tomate se incrementaba la biomasa seca de hojas, tallo y raíz, Matos (2004).

Se reporta en un experimento que el diámetro de tallo en crisantemo asperjado con ácido salicílico  $10^{-8}$  M es superior estadísticamente que el testigo asperjado únicamente con agua. En el variable peso de materia seca del follaje y peso de materia fresca de raíz no hubo diferencias estadísticas Villanueva-Couoh (2009)

El aplicar ácido salicílico de forma exógena a las plantas parece afectar el contenido de metabolitos primarios, como el aumento de azúcares en hojas de naranja cv. Navelina (Salazar y Rodríguez, 2004).

En investigaciones de Nexticapan-Garcés, *et al*, (2009), demostraron que la aplicación de ácido salicílico incremento significativamente, el número de frutos de chile producidos por planta en 24 y 29 % a concentraciones de  $10^{-6}$  y  $10^{-10}$  M de ácido salicílico comparado con el testigo. Así mismo las concentraciones de  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-10}$  M de AS incrementaron significativamente el rendimiento en 29.17%, 24.4% y 19.05% respectivamente con el testigo.

#### **2.7.4. Ácido Salicílico y Absorción de Nutrientes**

La altura en las plantas de crisantemo mostraron diferencias entre los tratamientos con ácido salicílico en relación al testigo a los 113 días posteriores al trasplante los tratamientos con  $10^{-8}$  M y  $10^{-10}$  M de AS mostraron incrementos desde las primeras etapas de desarrollo hasta el final del ciclo donde se encontraron concentraciones superiores de N, P, K. (Villanueva, 2009).

Ramírez *et al*, (2009), al trabajar en chile jalapeño, demostró que la aplicación de ácido salicílico incremento el rendimiento por planta mostrando incrementos estadísticos en las etapas referidas con aplicación de P-Ca (100, 150 y 200 mg/l<sup>-1</sup>) en forma individual o en combinación con AB y AS ( $1 \times 10^{-6}$  M). Así también se realizó una investigación aplicando AS

en Chile jalapeño y sus resultados indican, que la aplicación de ácido a las plantas de Chile aumentaron significativamente la producción de biomasa foliar, en raíz y total, principalmente en la dosis de 0.1 y 0.2 M. Por otro lado, los tratamientos de 0.1 y 0.2 M de AS tuvieron un efecto positivo en la producción de frutos. Así mismo, la actividad fotosintética presentó producción de frutos por planta, sobresaliendo los tratamientos 0.1 y 0.2 M de AS con la máxima actividad fotosintética (Sánchez-Chávez *et al.*, 2011)

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

### **2.7.5. Resistencia Sistémica Adquirida**

La resistencia natural de las plantas a patógenos e insectos se basa en efectos combinados de barreras preformadas y mecanismos inducibles. En ambos casos, las plantas utilizan defensas físicas y bioquímicas en contra de los invasores. En contraste con la resistencia constitutiva, la resistencia inducida se basa en el reconocimiento del invasor y un evento subsecuente de traducción de señales que conduce a la activación de defensas. El ácido salicílico según como lo menciona (Yaxi *et al.*, 2010)

es considerado como una hormona necesaria para la defensa de la resistencia adquirida, tanto como local como sistémica (SAR) en las plantas.

El ácido salicílico es conocido como una sustancia importante, que induce la resistencia sistémica adquirida frente a patógenos de las plantas, (Seong-Jin, 2004).

Rangel *et al.*, (2010), hace mencionar que las respuestas de las plantas contra ataques de patógenos, resultan en cambios importantes de niveles de varias fitohormonas dentro de las cuales el ácido salicílico juega un papel muy importante.

En estudios realizados de aplicación exógena de 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. Malamy *et al.*, (1999).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1.- Ubicación del Experimento**

El experimento se llevó a cabo durante el periodo de febrero a mayo del 2013 en los invernaderos del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro situado a 25°21'19" latitud norte y a 101°01'48" longitud oeste a una altura de 1780 msnm. En Buenavista Saltillo Coahuila México, Google Earth (2013).

#### **3.2.- Materiales**

##### **3.2.1.- Material de Campo**

Contenedores de 200 litros (2), bases metálicas (40), bolsas para maceta, recipientes colectores de lixiviados, fumigadoras, bolsas de plástico, geles congelados, hielera, frascos de 100 ml, confidor, extracto de ajo, vernier electrónico, regla de 30 cm, peat moss, perlita, vermiculita, combo hanna mide pH y C.E, solución nutritiva Steiner, ácido salicílico.

##### **3.2.2.- Material de Laboratorio**

Estufa de secado, balanza analítica, bolsas de papel, papel aluminio, cuchillo, mortero con pistilo, bolsa de plástico, refrigerador, espátula,

refractómetro, etiquetas, Mars 6 con sistema ONE TOUCH para digestiones acidas.

### **3.3.- Material Vegetal**

El material vegetal utilizado fue brócoli variedad avenger, caracterizada por ser un híbrido de floretes compactos muy uniformes, color verde azulado de grano fino. Cabeza única de tamaño medio-grande, sin brotes laterales. Líder mundial en mercado fresco y agroindustria y por ser resistente a *Xanthomonas campestris* y recomendada para plantación todo el año y por ser una variedad que dura 90 días después de trasplante.

### **3.4.- Establecimiento del Cultivo**

Para realizar el trasplante primero tuvimos que preparar el sustrato utilizado, la mezcla de dicho sustrato fue peat moss, perlita y vermiculita con una proporción de 50% peat moss, 30% perlita, 20% vermiculita, se llenaron las bolsas para maceta de 30 cm y se acomodaron a una distancia de 20 cm entre planta y planta aproximadamente.

Para evitar el crecimiento de malezas en la cama del invernadero, el suelo fue cubierto por ground cover, a las macetas a evaluar fueron colocadas en una base metálica con un contenedor para los lixiviados.



Los riegos fueron manualmente cada 2 días con aproximadamente 500 ml a los 20 días después de trasplante y aumentando considerablemente como esta fuera creciendo.

### **3.5.- Tratamiento**

#### **3.5.1.- Tratamiento 1**

A este tratamiento se le aplicó la solución Steiner a diferentes porcentajes de acuerdo a la etapa fenológica en que se encontraba el brócoli más el ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego.

El ácido salicílico  $10^{-8}$  M se aplicó a concentraciones de 10% como fertilización base durante plántula a los 12 días después de trasplante se empezó a aplicar al 25%, a los 15 días se aplicó al 50%, y 15 días después se empezó a aplicar al 75% y a los 15 días después se estuvo manteniendo con el 100% respectivamente junto con la solución Steiner en contenedores de 200 l.

**Cuadro 1. Descripción de los tratamientos 1 y 2**

<b>Fecha</b>	<b>Etapas fenológica</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>
Del 26 febrero al 11 de marzo	Plántula	10% de solución Steiner + ácido salicílico $10^{-8}$	10% de solución Steiner

Del 12 al 26 de marzo	Crecimiento vegetativo	25% de solución Steiner + ácido salicílico $10^{-8}$	25% de solución Steiner
Del 27 de marzo al 11 de abril	Crecimiento vegetativo	50% de solución Steiner + ácido salicílico $10^{-8}$	50% de solución Steiner
Del 12 al 27 de abril	Formación de pella	75% de solución Steiner + ácido salicílico $10^{-8}$	75% de solución Steiner
Del 28 de abril en adelante hasta cumplir 90 días	Formación de pella	100% de solución Steiner + ácido salicílico $10^{-8}$	100% de solución Steiner

### 3.5.2.- Tratamiento 2

Este fue el testigo ya que solo se trató con la solución Steiner a diferentes porcentajes de acuerdo a la etapa fenológica del brócoli.

### Cuadro 2. Muestreos y Etapas Fenológicas

Muestreo	Días después del trasplante	Etapas fenológicas
1	45	Crecimiento vegetativo
2	75	Inicio de formación de cabeza
3	90	Formación de cabeza

### 3.6.- Variables Evaluadas

#### 3.6.1.- Altura de la Planta

Se realizó con una regla de 30 cm, midiendo desde la base del tallo hasta la parte más alta de la planta.

### **3.6.2.- Diámetro de Tallo**

Se realizó con un vernier electrónico, tomando la lectura de la base del tallo.

### **3.6.3.- Longitud de Raíz**

Para tomar esta lectura se tuvo que lavar la raíz para eliminar todos los residuos de sustratos con mucho cuidado para no romper las raíces y no alterar las lecturas se utilizó una regla de 30 cm para esto.

### **3.6.4.- Peso fresco**

Para obtener esta variable se midió por partes y por etapa fenológica obviamente en una balanza analítica Ohaus Scout Pro modelo 602 en el laboratorio de alimentos en el departamento de zootecnia.

### **3.6.5.- Peso seco**

Para obtener esta lectura se tuvo que deshidratar el tejido vegetal en una estufa de secado marca Robertshaw con rangos de secado entre 50° y 60°, este proceso tomó un tiempo de 48 horas a 60° y así mismo en todas la etapas muestreadas se realizó el mismo procedimiento.

### **3.6.6.- °Brix**

Esta variable se obtuvo mediante un refractómetro marca Atago con rango de edición de 0 a 32°Brix, para obtener el extracto celular se maceraron los peciolo de las hojas de brócoli.

### **3.6.7.- Fechas de las Variables a medir**

Los pesos frescos se hicieron 10 de abril, 25 de abril y el 16 de mayo los pesos secos se hicieron posteriormente dos días después de las fechas indicadas, los lixiviados se tomaron a partir de 6 de marzo de ahí cada 15 días en 5 ocasiones y el 21 de abril y el 17 de mayo se tomaron lectura de los °Brix y del pH del extracto celular del peciolo del brócoli.

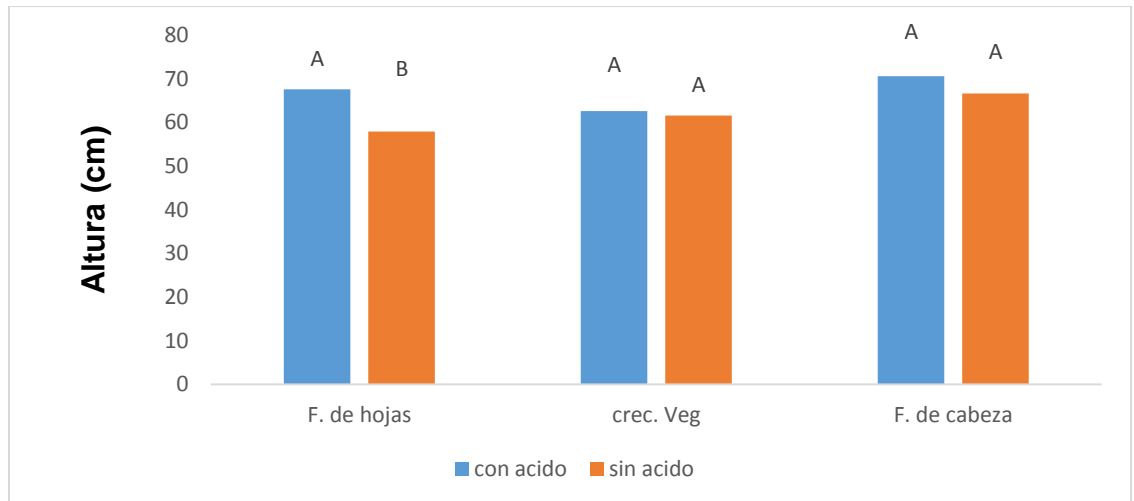
### **3.7.- Análisis Estadístico**

El diseño estadístico utilizado en el experimento fue el completamente al azar, con un análisis de varianza mediante la prueba Tukey al 95% de significancia con el software SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.- Altura de la planta

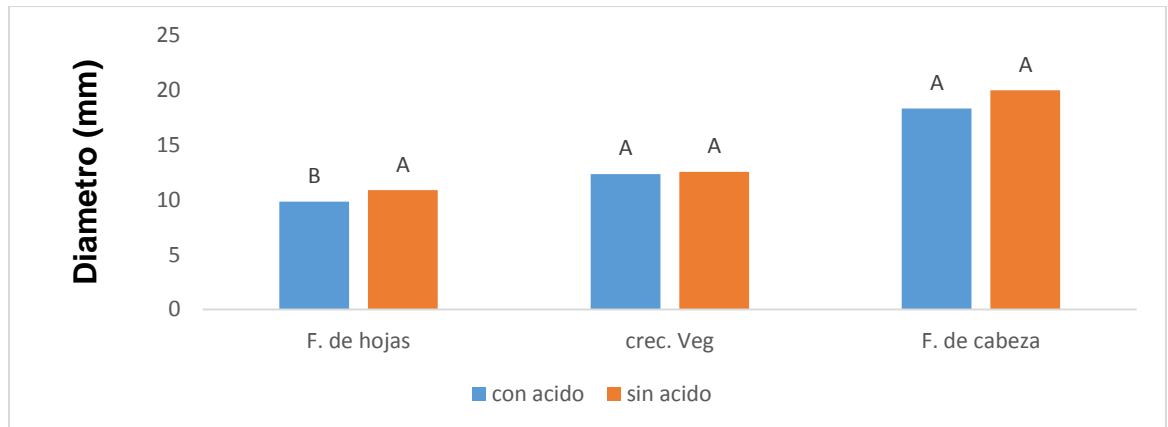
La aplicación de la solución Steiner y ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego mostró diferencia significativa para esta variable solo al principio en la formación de hojas, en la etapa de crecimiento vegetativo y de formación de pella no mostró diferencia significativa (Figura 1); los resultados de la etapa de formación de hoja concuerdan con lo que mencionó Gutiérrez *et al.* (1998). Que reportó un incremento de brotes con las tres concentraciones de ácido salicílico ( $10^{-8}$  M,  $10^{-4}$  M y  $10^{-2}$  M), que el aumento promedio fue de 23% y 20% en altura de la planta que se observó en condiciones de invernadero y en campo,- respectivamente.



**Figura 1.** Altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

#### 4.2.- Diámetro de tallo

Para la variable diámetro de tallo, la aplicación de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego mostro diferencia significativa (Figura 2); solo en la etapa de formación de hojas, en la etapa de crecimiento vegetativo y formación de cabeza numéricamente no concuerda con lo dicho por Villanueva (2009), quien afirma que las aplicaciones de ácido salicílico en concentraciones de  $10^{-8}$  M y  $10^{-10}$  M asperjado foliarmente en crisantemo da como resultado un mayor diámetro de tallo que el testigo solo asperjado con agua.

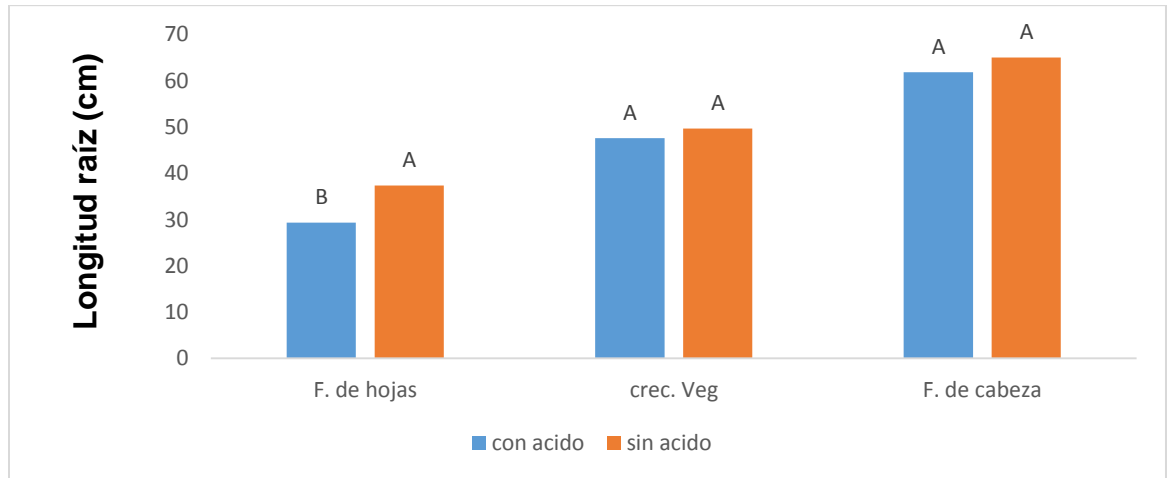


**Figura 2.** Diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vías riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

#### 4.3.- Longitud de raíz

Para esta variable, la aplicación de ácido salicílico  $10^{-8}$  no mostro diferencia significativa en la etapa de crecimiento vegetativo y de formación de cabeza (Figura 3); sin embargo en la etapa de formación de hojas obtuvo mayor longitud el testigo, esto no concuerda con Gutiérrez *et al.*, (1998). Quienes dicen que hubo un efecto dramático en el crecimiento de raíz con incremento del 45% en relación al testigo y fue encontrado bajo condiciones de invernadero incluso con el tratamiento de  $10^{-8}$  M tuvo

el efecto el ácido salicílico en el incremento de la raíz fue mayor en el experimento en macetas de campo con aumentos de hasta el 100% sobre el testigo, esto detectado en los tratamientos  $10^{-2}$  y  $10^{-8}$  M.



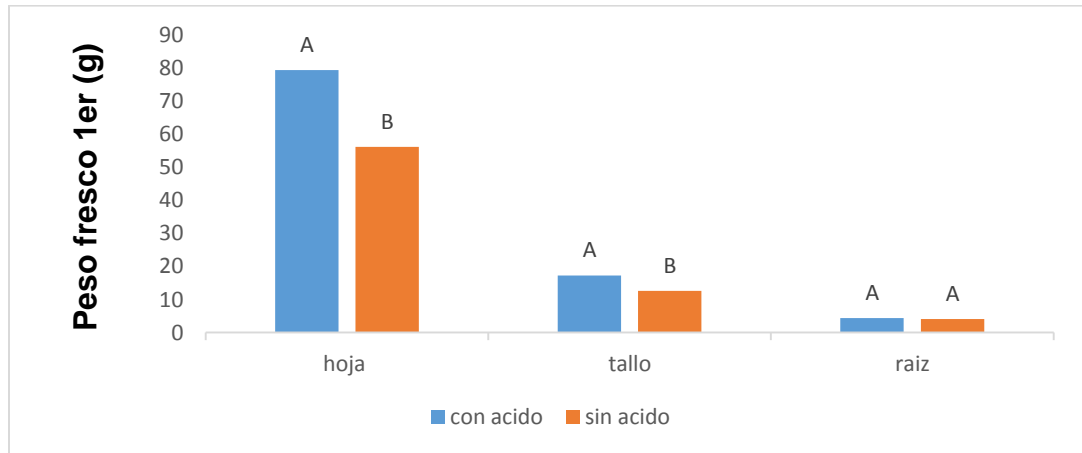
**Figura 3.** Longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

#### 4.4.- Peso fresco

Para la variable de peso fresco en los tres muestreos existió diferencia significativa en las primeras etapas del cultivo en la variable de hoja y tallo en los siguientes muestreos no se muestra diferencia alguna (Figura 4), (Figura 5), (Figura 6); esto coincide con lo mencionado por (Fariduddin, 2002) quien menciona que asperjando bajas concentraciones de ácido

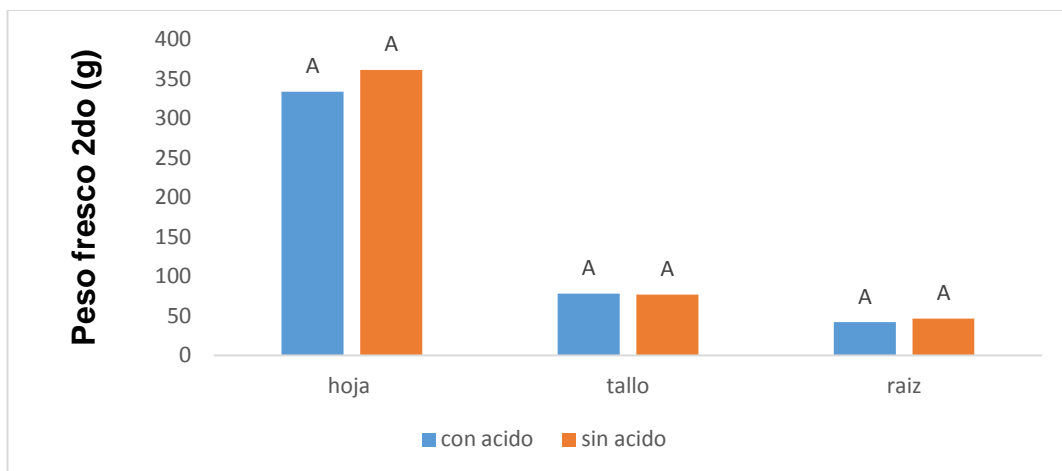


salicílico ( $10^{-8}$  M) generaron valores más altos en la producción y parámetros de cosecha en mostaza.



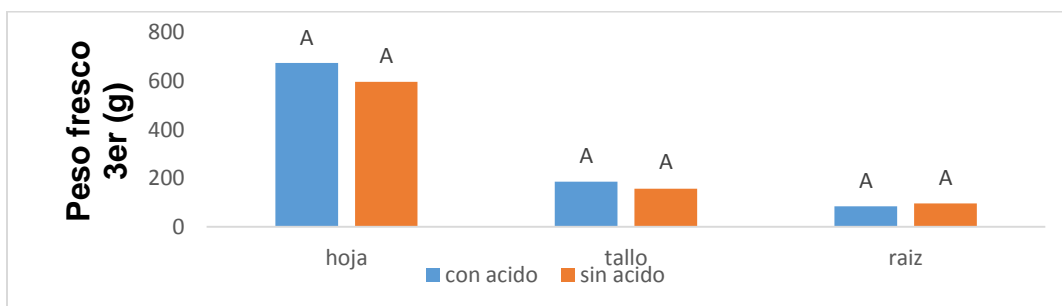
**Figura 4.** Peso fresco del 1er muestreo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

#### 4.5.- Peso fresco del 2do muestreo



**Figura 5.** Peso fresco del 2do muestreo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

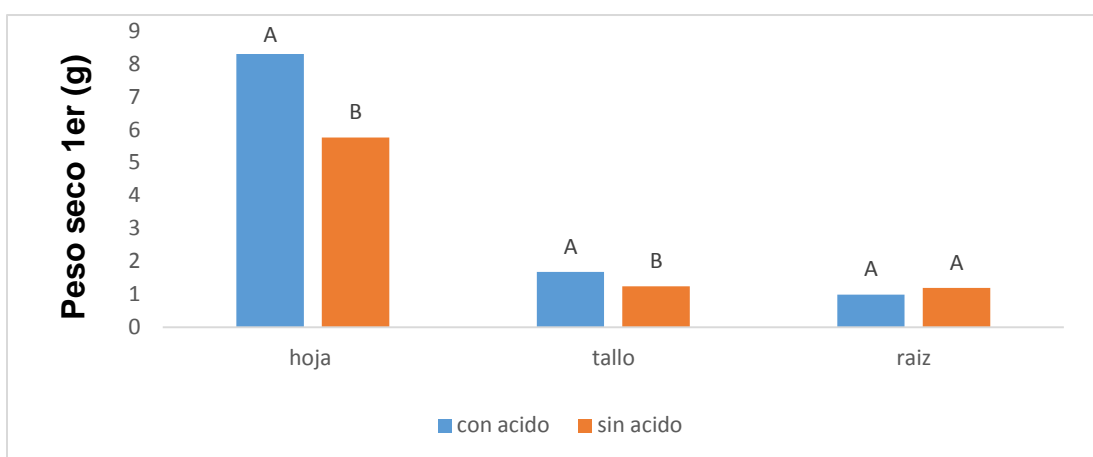
#### 4.6.- Peso fresco del 3er muestreo



**Figura 6.** Peso fresco del 3er muestreo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

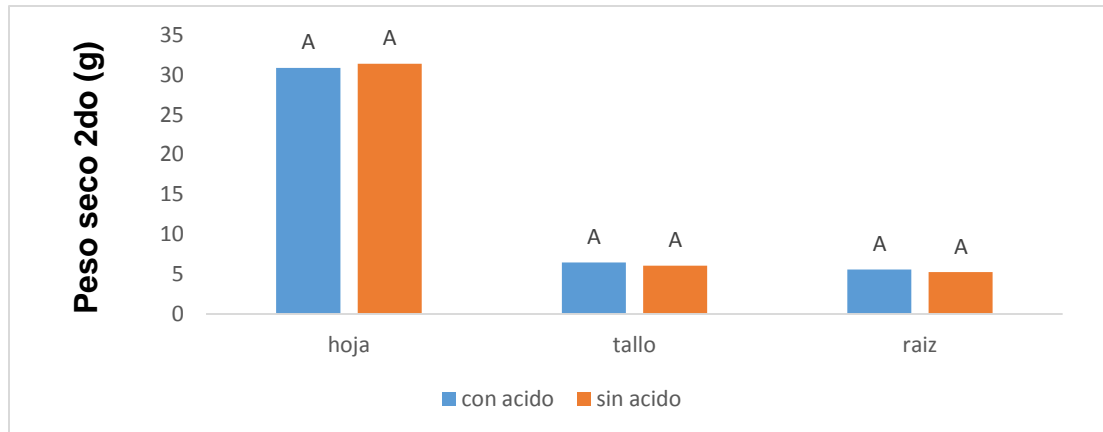
#### 4.7.- Peso seco

Existió diferencia significativa en hoja y tallo en las etapas primarias del cultivo (Figura 7), ya en la muestra numero dos no existió diferencia significativa (Figura 8); estos resultados obtenidos por Matos (2004) ya que el demostró que al aplicar ácido salicílico foliarmente a concentraciones de 0.005 y 0.01mM en plantas de tomate se incrementaba la biomasa seca de hojas, tallo y raíz.



**Figura 7.** Peso seco del 1er muestreo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

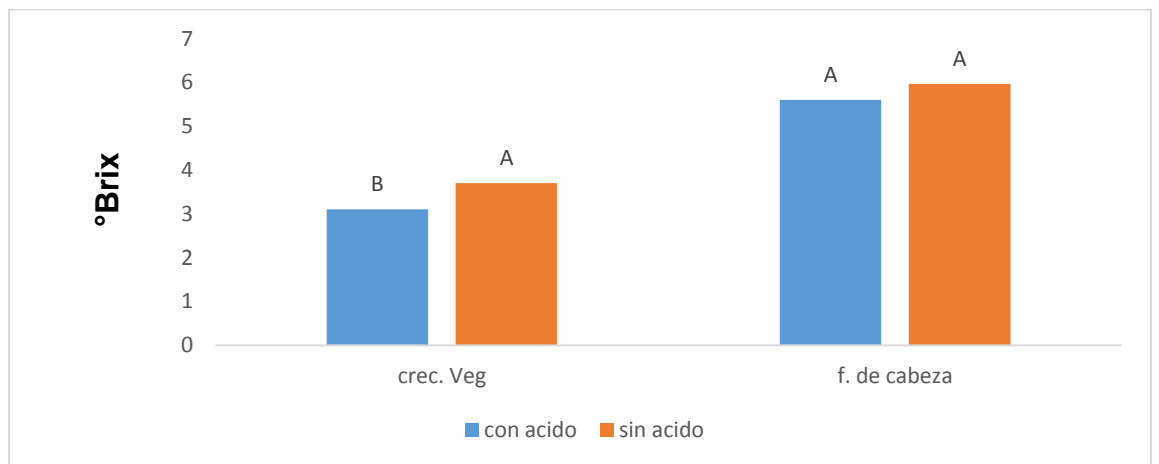
#### 4.8.- Peso seco del 2do muestreo



**Figura 8.** Peso seco del 2do muestreo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

#### 4.9.- °Brix

Existió diferencia significativa en la etapa de crecimiento vegetativo en la aplicación de ácido salicílico  $10^{-8}$  M (Figura 9); pero no concuerda con lo dicho por Salazar (2004) que afirma que encontró un aumento significativo de 52.7 % en los azúcares en las hojas de naranjo con aplicaciones de ácido acetil salicílico  $10^{-3}$ .



**Figura 9.** °Brix de extracto de peciolo brócoli con aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego en tres etapas fenológicas: formación de hojas, crecimiento vegetativo y formación de la cabeza. Columnas seguidas de la misma letra indica diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey.

## V. – CONCLUSIONES

Las aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego incrementaron el peso fresco del brócoli en hojas y tallo del inicio del crecimiento vegetativo, además también se vio un incremento en el peso de la materia seca de las partes hojas y tallo.

Las aplicaciones de ácido salicílico  $10^{-8}$  M vía riego modifican la altura total de la planta pero no el diámetro de tallo del brócoli.

Las raíces del brócoli no fueron afectadas en la estación de desarrollo del cultivo, solo en la estación de crecimiento vegetativo.

Los °brix fueron afectados significativamente solo durante la estación de crecimiento.

## VI. - LITERATURA CITADA

- Alatorre R., R. 2001.** Control biológico del pulgón verde (*brevicoryne brassicae* L.) de la col y el brócoli. P. 21-25.
- Alvarez, M.E., 2000.** Salicylic acid in the machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. *Plant. Mol. Biol.*, 44(3):429-442.
- ABCAGRO.** <http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli2.asp> (08 de diciembre de 2014) (2:20 pm)
- Barahona, M. 2002.** Manual de Horticultura. El prado, Ec, I.A.S.A. – espe. 22-25p.
- Barbeta, E., Tarazona, F., Giner, J. y Pomares, F. 2003.** Extracción de nutrientes en el cultivo del brócoli. *Phytoma España*, 96: 14-22.
- Bonsani, O. Valpuesta, V. & Botella, M. A. 2001:** Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedling. —*Plant physiol.* 126: 1024-1030.
- Carrasco, Yanexis. 2008.** Efecto de diferentes sustancias bioactivas sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate variedad Amalia en condiciones semicontroladas. Trabajo de Diploma, Universidad de Granma, 40 pp., 2008.
- Coquoz JL., Buchala A., Metraux J.P. 1998.** Salicylic acid in potato plants. *Plants Physiology* 117: 1095-1101.

- Criddle RS, Hopkin MS, McArthur ED, Hansen LD. 1994.** Plant distribution and the temperature-coefficient of metabolism. *Plan Cell Env* 17: 233-243.
- Dempsey D, J Shah & DF Klessig. 1999.** Salicylic acid and disease resistance in plants. *Critical, Reviews in Plant Science* 18: 547-575.
- E. Villanueva– Couoh, G. Alcántar- González, P. Sánchez-García, M. Soria-Fregoso y A. Larque-Saavedra. 2009.** Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium*(Ramat) Kitamura] en Yucatan. *Rev. Chapingo Ser.Hortic.vol.15 no.spe Chapingo*.
- Henning, J., J. Malamy, G. Gryniewicz, J. indulski, and D.F. Klessig. 1993.** Interconversion of the salicylic acid signal and its glucoside in tobacco. *Plant J.* 4: 593-600.
- Jaramillo N.J.E.; Díaz, C.A. 2005.** (Compiladores). El cultivo de las crucíferas. Corporación colombiana de investigación agropecuaria, CORPOICA, Centro de investigación la selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. Manual técnico 4.176 paginas: 09-10.
- Khan, N., Syeed, S., Masood, N., Nazar, R., and Iqbal, N. 2010.** *International Journal of Plant Biology*, 1, DOI: 10.4081/pb.2010.e1.
- Krarup, C. 1992.** Seminario sobre la producción de brócoli. Quito, Ecuador. PROEXANT. AGRIDEC/CHEMONICS. 1-25p.
- Larqué- Saavedra A., R. Martin-Mex, A. Nexticapan-Garcéz, S. Vergara-Yoisura y M, Gutiérrez-Rendón. 2010.** Efecto del ácido salicílico en el



crecimiento de plántulas de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill.).  
Revista Chapingo, Serie Horticultura. 16 (3): 183-187.

**Lebada A., Ryder E.J., Grube R., Doležalova I., Křistkova E. 2007.** Lettuce (Asteraceae; *Lactuca* spp.). In: SINGH R.J. (ed.), Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, Vol. 3, Vegetable Crops. Boca Raton, CRC Press, Taylor and Francis Group: 377-472.

**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.-  
Scienc. 250 (4983): 1002-1004.

**Martinez, G. A. 1987.** Uso económico de los fertilizantes. Serie cuadernos de edafología No. 9. Centro de edafología. Colegio de postgraduados chapingo, mexico . Pp. 36-50.

**Martínez, 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.

**Marco Antonio Gutiérrez-Coronado, Carlos Trejo-López, Alfonso Larqué-Saavedra. 1998.** Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean, Plant Physiol. Biochem 36 (8), 563-565.

**Maroto J. V., 2005.** Agricultura general y gobierno de la clase de campo: una obra del agrónomo valenciano José Antonio Valcárcel. Agrónomos, 30: 55-65.

- Matos, J. 2004.** Efectos de la aplicación de bajas concentraciones de Ácido salicílico a semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Variedad Vyta) sobre algunos indicadores fisiológicos y agronómicos. Tesis de diploma, Universidad de Granma. 35p.
- Métraux, J. 2002.** Recent breakthroughs in study of salicylic acid biosynthesis. *Trends in Plant Science*, 7 (8): 332-334.
- Mou B. 2008.** Lettuce. In: PROHENS J., NUEZ F. (eds), handbook of Plant Breeding. Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. New York, Springer Science: 75-116.
- Negi, S. and P. Prasad. 2001.** Effect of salicylic acid on enzymes of nitrogen metabolism during germination of soybean. *Indian J. Plant Physiol.*, 2, 178-181.
- Nexticapan-Garcés A. Cat-Uc, H. Martin-Mex R. Tucuch.Hass C. Larqué-Saavedra A.- 2009.** Efecto de asperciones foliares de ácido salicílico en el rendimiento de chile Bell en invernadero en Yucatán. Sexta Convención Mundial de Chile. Mérida, Yucatán, México. Pp: 300-302.
- Noreen, S., Ashraf, M., Hussain, M., and Jamil, A. 2009.** Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Pakistan Journal Botany*, 41(1): 473-479.
- Ong Ck, Barker Nr. 1985.** Temperatura and leaf growth. *In* NR Barker, WJ Davies, CK Ong, eds, Control of Leaf Growth. Seminar Series, Society for

Experimental Biology, No. 27. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 175-200.

**Purcarea, C. and Cachita-Cosma, D. 2010.** *Studia Universitatis, "Vasile Goldis" Seria Stiintele Vietii.* 20, 63-68.

**Q. Fariduddin, S. Hayat and A. Ahmad. 2002.** Salicylic acid influences net photosynthetic rate carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in Brassica juncea Plant Physiology Section, Department of Botany, Aligarh Muslim University, Aligarh 20, India.

**Ramírez, H., O. Méndez, A. Benavides y C. Amado. 2009.** Influencia de prohexadiona-ca y promotores de oxidación sobre rendimiento, capsaicina y vitamina C en chile jalapeño. Chapingo. Serie Horticultura. 5(3): 231-236.

**Rangel, S. G. Castro, M. E. Beltrán, P. E Reyes, C. H. García, P. E.- 2010.-** El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en las plantas. Revista de la DES Ciencias Biológicas. 12(2): 90-95.

**Raskin, I., Skubatz, H., Tang, W., and Meeuse, B.J.D. 1990.** Salicylic acid levels in thermogenic and nonthermogenic plants. *Ann-. Bot.*, 66: 376-383

**Raskin, J. b., Hammerschmidt, R. and M.N. Zook. 1991.** Systemic inoculation with (*pseudomonas syringae* var). *syringae*. Plant Physiol. 97: 1342-1347.

**Rueda, A, Shelton, B.1996.** Palomilla Dorso de Diamante (DMD). Cornell International Institute for Food, Agriculture and development.

**SAGARPA.**

<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Paginas/monografias.aspx> (22 de noviembre de 2014) (11:53 am).

**SAGARPA.**

<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Paginas/monografias.aspx> (08 de diciembre de 2014) (1:40 pm)

**SAKATA.** <http://www.sakata.com.mx/pdf/avager/.pdf>. (08 de diciembre de 2014) (2:49 pm)

**Salazar-Salazar, O y J. Rodríguez- Alcázar. 2004.** Cambios bioquímicos inducidos por etilenglicol, etanol y Ácido acetilsalicílico en plantas de naranjo (*Citrus sinensis* (L) Osbeck), bajo condiciones de temperatura controlada. *Phyton* 73: 49-257.

**Sánchez-Chavez, E., R. Barrera-Tovar, E. Muñoz- Marquez, D. Ojeda-Barrios y A. Anchond-Najera. 2011.** Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. *Chapingo Serie Horticultura*. 17(1): 63-68.

**San Miguel, R., Gutiérrez, M.; Larqué-Saavedra, A. 2003.** Salicylic acid increases the biomass accumulation of *Pinus patula*. *Southern Journal of Applied Forestry* 27: 52-54.

**Seong-Jin, C. - 2004.** Sample purification using Polyvinylpyrrolidone for the HPLC analysis of salicylic acid from cucumber leaf extract. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 12: 277-383.

**SIAP 1** <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. (18 de septiembre 2014, 11.41 am).

**Yalpani, N., Leon, J., Lawton, M. and Raskin, I. 1993.** Pathway of salicylic acid biosynthesis in healthy and virus inoculated tobacco. *Plant Physiology*, 103: 315-321.

**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 Science Plant Biology*. 23(6): 2010-2032.

**Yildirim E. y A. Dursun. 2009.** Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. *Acta Hort. (ISHS)* 807: 395-400.

**Yutaka Kimura, 2007.** Control de Plagas y Enfermedades, JICA Ecuador.

## VII.- APENDICE

### Primera evaluación (formación de hojas)

**Tabla 1.** Análisis de varianza de altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	140.1666667	140.1666667	1.33	0.3126
Error	4	420.6666667	105.1666667		
Total	5	560.8333333			

**Tabla 2.** Pruebas de rango múltiple altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	67.667	3	1
B	58.000	3	2

--

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 3.** Análisis de varianza de diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1.58106667	1.58106667	0.72	0.4450
Error	4	8.82713333	2.20678333		
Total	5	10.40820000			

**Tabla 4.** Pruebas de rango múltiple diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	10.883	3	2
B	9.857	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 5.** Análisis de varianza de longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	96.0000000	96.0000000	4.20	0.1096
Error	4	91.3333333	22.8333333		
Total	5	187.3333333			

**Tabla 6.** Pruebas de rango múltiple longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	37.333	3	2
B	29.333	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )



## Segunda evaluación (crecimiento vegetativo)

**Tabla 7.** Análisis de varianza de altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1.50000000	1.50000000	0.15	0.7160
Error	4	39.33333333	9.83333333		
Total	5	40.83333333			

**Tabla 8.** Pruebas de rango múltiple altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	62.667	3	2
A	61.667	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 9.** Análisis de varianza de diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.05041667	0.05041667	0.06	0.8231
Error	4	3.53986667	0.88496667		
Total	5	3.59028333			

**Tabla 10.** Pruebas de rango múltiple diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	12.5500	3	2
A	12.3667	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 11.** Análisis de varianza de longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	6.6150000	6.6150000	0.23	0.6536
Error	4	112.8933333	28.2233333		
Total	5	119.5083333			

**Tabla 12.** Pruebas de rango múltiple longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	49.667	3	2
A	47.567	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

### Tercera evaluación (formación de cabeza)

**Tabla 13.** Análisis de varianza de altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	24.00000000	24.00000000	4.11	0.1124
Error	4	23.33333333	5.83333333		
Total	5	47.33333333			

**Tabla 14.** Pruebas de rango múltiple altura de la planta de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	70.667	3	1
A	66.667	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Tabla 15.** Análisis de varianza de diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	4.16666667	4.16666667	0.74	0.4395
Error	4	22.66666667	5.66666667		
Total	5	26.83333333			

**Tabla 16.** Pruebas de rango múltiple diámetro de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	20.000	3	2
A	18.333	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 17.** Análisis de varianza de longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	15.04166667	15.04166667	1.71	0.2610
Error	4	35.16666667	8.79166667		
Total	5	50.20833333			

**Tabla 18.** Pruebas de rango múltiple longitud de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	65.000	3	2
A	61.833	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Primera evaluación peso fresco y seco**

**Tabla 19.** Análisis de varianza de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	808.288267	808.288267	12.69	0.0235
Error	4	254.823933	63.705983		
Total	5	1063.112200			

**Tabla 20.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	79.287	3	1
B	56.073	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 21.** Análisis de varianza de peso fresco tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	32.80681667	32.80681667	26.75	0.0066
Error	4	4.90586667	1.22646667		
Total	5	37.71268333			

**Tabla 22.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	17.2467	3	1
B	12.5700	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )



**Tabla 23.** Análisis de varianza de peso fresco de la raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.12041667	0.12041667	0.11	0.7582
Error	4	4.43266667	1.10816667		
Total	5	4.55308333			

**Tabla 24.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de la raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	4.3700	3	1
A	4.0867	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 25.** Análisis de varianza de peso seco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	9.60135000	9.60135000	8.53	0.0432
Error	4	4.50100000	1.12525000		
Total	5	14.10235000			

**Tabla 26.** Pruebas de rango múltiple de peso seco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	8.2900	3	1
B	5.7600	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Tabla 27.** Análisis de varianza de peso seco tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.29040000	0.29040000	18.17	0.0130
Error	4	0.06393333	0.01598333		
Total	5	0.35433333			

**Tabla 28.** Pruebas de rango múltiple de peso seco tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.6767	3	1
B	1.2367	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 29.** Análisis de varianza de peso seco raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.05801667	0.05801667	1.45	0.2952
Error	4	0.16026667	0.04006667		
Total	5	0.21828333			

**Tabla 30.** Pruebas de rango múltiple de peso seco raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.1867	3	2
A	0.9900	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

## Segunda evaluación peso fresco y seco

**Tabla 31.** Análisis de varianza de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1120.666667	1120.666667	0.81	0.4193
Error	4	5542.666667	1385.666667		
Total	5	6663.333333			

**Tabla 32.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	361.33	3	2
A	334.00	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 33.** Análisis de varianza de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1.5000000	1.5000000	0.02	0.8883
Error	4	268.0000000	67.0000000		
Total	5	269.5000000			

**Tabla 34.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	78.000	3	1
A	77.000	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Tabla 35.** Análisis de varianza de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	28.16666667	28.16666667	3.93	0.1185
Error	4	28.66666667	7.16666667		
Total	5	56.83333333			

**Tabla 36.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	46.333	3	2
A	42.000	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Tabla 37.** Análisis de varianza de peso seco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.37500000	0.37500000	0.03	0.8806
Error	4	58.51333333	14.62833333		
Total	5	58.88833333			

**Tabla 38.** Pruebas de rango múltiple de peso seco foliar en brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	31.367	3	2
A	30.867	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )



**Tabla 39.** Análisis de varianza de peso seco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.24000000	0.24000000	0.30	0.6105
Error	4	3.15333333	0.78833333		
Total	5	3.39333333			

**Tabla 40.** Pruebas de rango múltiple de peso seco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	6.4667	3	1
A	6.0667	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 41.** Análisis de varianza de peso seco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.13500000	0.13500000	1.05	0.3630
Error	4	0.51333333	0.12833333		
Total	5	0.64833333			

**Tabla 42.** Pruebas de rango múltiple de peso seco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	5.5667	3	2
A	5.2667	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

### Tercera evaluación peso fresco

**Tabla 43.** Análisis de varianza de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	8816.66667	8816.66667	0.74	0.4374
Error	4	47486.66667	11871.66667		
Total	5	56303.33333			

**Tabla 44.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco foliar de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	672.67	3	1
A	596.00	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

**Tabla 45.** Análisis de varianza de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	1320.166667	1320.166667	3.81	0.1226
Error	4	1385.333333	346.333333		
Total	5	2705.500000			

**Tabla 46.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de tallo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	186.33	3	1
A	156.67	3	2

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Tabla 47.** Análisis de varianza de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	228.166667	228.166667	0.96	0.3836
Error	4	954.666667	238.666667		
Total	5	1182.833333			

**Tabla 48.** Pruebas de rango múltiple de peso fresco de raíz de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	96.33	3	2
A	84.00	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha \leq .05$ )

### Primera evaluación °Brix

**Tabla 49.** Análisis de varianza de °Brix extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.54000000	0.54000000	8.31	0.0449
Error	4	0.26000000	0.06500000		
Total	5	0.80000000			

**Tabla 50.** Pruebas de rango múltiple de °Brix de extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	3.7000	3	2
B	3.1000	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

## Segunda evaluación °Brix

**Tabla 51.** Análisis de varianza de °Brix extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico de riego.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.20166667	0.20166667	0.14	0.7283
Error	4	5.80666667	1.45166667		
Total	5	6.00833333			

**Tabla 52.** Pruebas de rango múltiple de °Brix de extracto de peciolo de brócoli con aplicaciones de ácido salicílico en la solución de riego.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	5.9667	3	2
A	5.6000	3	1

Medidas con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $\alpha = \leq .05$ )

**Cuadro 3. Contenido de la solución Steiner al 100%**

<b>Fertilizantes</b>	<b>Concentración mg/l</b>
Nitrato de calcio	1062.000
Nitrato de potasio	303.000
Sulfato de magnesio	492.000
Sulfato de potasio	261.000
Fosfato de potasio	136.000
Quelato de fierro	50.000
Ácido-etilien-diamin-dihidroxifenil	50.000
Ácido bórico	2.800
Sulfato de magnesio hidratado	2.170
Sulfato de zinc heptahidratado	0.390
Sulfato de cobre pentahidratado	0.079
Molibdato de sodio	0.090