

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de Compuestos Orgánicos Asperjados Sobre el Crecimiento y  
Producción de Fresa Cultivar “Albión”

Por:

**ANTONIO DE JESÚS ROBLERO DOMÍNGUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de Compuestos Orgánicos Asperjados Sobre el Crecimiento y  
Producción de Fresa Cultivar "Albión"

Por:

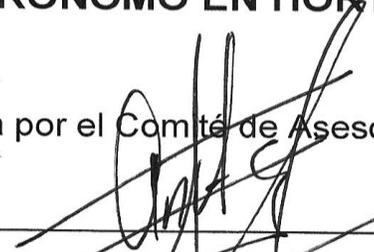
**ANTONIO DE JESÚS ROBLERO DOMÍNGUEZ**

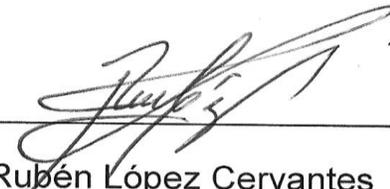
TESIS

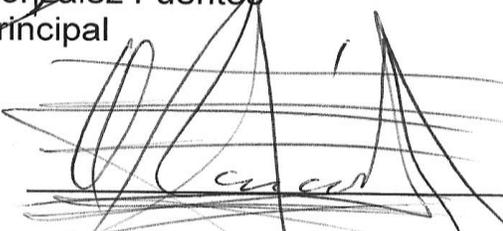
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

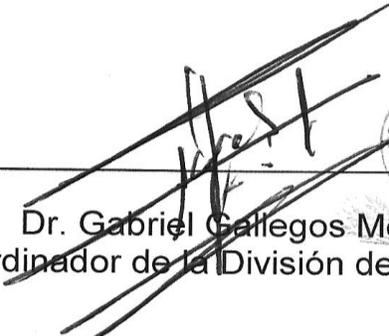
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

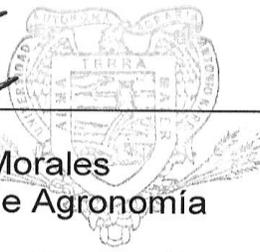
Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. José Antonio González Fuentes  
Asesor Principal

  
Dr. Rubén López Cervantes  
Coasesor

  
Dr. Emilio Rascón Alvarado  
Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios.**

Te agradezco Dios, porque día a día me llenaste de bendiciones, me diste fuerza para seguir adelante, por haberme dado la oportunidad de seguir continuando mis estudios por esta oportunidad única e irrepetible. gracias por haberme dado las fuerzas, la esperanza, la fe, sabiduría, inteligencia, paciencia y sobre todo mucha salud, que todos estos elementos me permitan culminar con gran éxito mis estudios profesionales, y por guiarme e iluminarme por el buen camino.

### **A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.**

Mi segunda casa te llevare en lo alto, gracias a todo lo que me brindaste, por darme la gran oportunidad de formarme profesionalmente y las grandes enseñanzas y ejemplos de mis queridos Maestros, y haber obtenido las más agradables experiencia de mi vida, de ti me llevo los mejores recuerdos, conocimientos, valores y de la cual estoy orgulloso de haber formado parte de ti, de esta gran universidad.

### **A mi Familia.**

A mis Abuelos, Padres, Tíos, Primos y hermanos, por su apoyo incondicional, sus sabias palabras y consejos, los cuales me guiaron siempre por el buen camino, dándome el mejor ejemplo para luchar por mis sueños, siendo ellos el motivo de mi éxito.

### **Al Dr. José Antonio González Fuentes**

Gracias por su confianza y grandes enseñanzas que me deja, también. Por su gran apoyo y conocimiento para llevar a cabo y finalizar este proyecto de investigación, por su paciencia, por su interés, quien me brindo ayuda durante y después de este trabajo, y sobre todo su gran amistad gracias.

### **A mis Asesores de Tesis.**

Agradezco a las siguientes personas, Dr. Rubén López Cervantes, Dr. Emilio Rascón Alvarado y al Dr. Armando Hernández Pérez y a las Laboratoristas T. A. Martina de la Cruz Casillas y T. L. Q. María Guadalupe Pérez Ovalle por su gran apoyo y tiempo que me brindaron para poder realizar este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

### **A MIS PADRES**

**Papá Eli Arnoldo Roblero Cordero y Mamá Ubelia Domínguez Briones**, no me equivoco si digo que son los mejores padres del mundo, gracias por todos sus esfuerzos, sus apoyos y por la confianza que depositaron en mí. Gracias porque siempre, aunque lejos, han estado a mi lado, éste es un logro que quiero compartir con ustedes, gracias por ser mi papá y mi mamá y por creer en mí. Quiero que sepan que ocupan un lugar especial. Gracias por estar siempre conmigo en todo momento. Gracias por la paciencia que me han tenido para enseñarme, por el amor que me dan, por sus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regañones que me merecía y que no entendía. Gracias Papá y Gracias Mamá por estar al pendiente durante toda esta etapa.

### **A MIS HERMANOS**

**Luis Gerardo Roblero Domínguez, Carlos Alberto Roblero Domínguez y Edgar Arnoldo Roblero Domínguez**, que con su amor me han enseñado a salir adelante. Gracias por su paciencia, gracias por preocuparse por su hermano mayor, gracias por compartir sus vidas, pero sobre todo, gracias por estar en otro momento tan importante en mi vida.

## **A LA FAMILIA ESCOBAR ESPINOSA**

**A Don José Luis y A Doña Martha Alicia.** Por sus apoyos incondicional, por la confianza que me brindaron, por su gran amistad, por sus consejos y por considérame como un miembro más en la familia, gracias a ustedes también fue posible este logro.

## **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS**

A todos mis amigos, sin excluir a ninguno, pero en especial a Benjamín López, Manuel Martínez, Said López Meza, Gustavo Palestino, Fernando Escalante, Irelmax Guzmán, Raydel Guzmán, Don Manuel Miranda, Gregorio Mendoza, Ismael Gloria, Mario Benítez, Carlos Rooney, Edgardo de Jesús, Edilvar Geovani, Ángeles Aguilar, Lily de la Cruz, Noelia Trinidad, Estrella Judith Martínez, Yanet Escobar y al equipo UAAAN Rugby Club, mil gracias por todos los momentos que hemos pasado juntos, por sus apoyos y comprensión en todo momento, por sus ánimos y que estuvieron siempre a mi lado en las buenas y en las malas en las pedas y en las crudas jajajaja, gracias a ustedes también fue posible este logro, por su gran amistad y por compartir tristezas y alegrías dentro y fuera de la UAAAN. Jamás lo olvidaré.

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de cinco compuestos orgánicos sobre el crecimiento de Fresa (*Fragaria x ananassa*), cv Albión, cultivada en ambiente protegido con un sistema hidropónico abierto con fibra de coco como sustrato, se aplicaron siete tratamientos en forma de aspersión foliar, Ácido salicílico (AS) en dos dosis diferentes, Melaza (ME), Ácidos húmicos (AH) y fúlvicos (AF), Algas Marinas (AM) con dos dosis diferentes y como Testigo (T) agua, con cuatro repeticiones por tratamiento. Con la aspersión foliar de AS aumentaron los sólidos solubles totales (SST- ° Brix) del fruto y con la aplicación de melaza (ME) aumentó el peso del mismo. La aplicación foliar de algas marinas (AM) incrementan el diámetro de planta (DP) y el diámetro de corona (DC), así como el contenido relativo de clorofila (CRC) en contraste la altura de planta (AP) y número de coronas (NC), no se encontró ningún efecto significativo a la aplicación de los tratamientos, se encontró que la Fresa cv. "Albión" responde favorablemente a la aspersión foliar de algas marinas (AM) en el diámetro de planta (DP) y el diámetro de corona(DC), así como el contenido relativo de clorofila (CRC); mientras que el ácido salicílico (AS) aumento el contenido de sólidos solubles totales (SST- ° Brix) y la melaza (ME) incremento el peso de fruto (PF) comparado con el control. El estudio indica que la aplicación de los compuestos orgánicos favorece el incremento de la planta de Fresa en especial las algas marinas (AM) que provocan efectos favorables en la mayoría de las variables.

**PALABRAS CLAVE:** (*Fragaria x ananassa*), extracto de algas marinas, ácido salicílico, melaza, ácidos húmicos y fúlvicos, aspersión.

Correo electrónico; Antonio De Jesús Roblero Domínguez, [jesus\\_cris02@hotmail.com](mailto:jesus_cris02@hotmail.com)

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	III
RESUMEN	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
INTRODUCCIÓN	1
General	2
Específico	3
<b>HIPÓTESIS</b>	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Historia y Origen	4
Clasificación botánica	4
Descripción botánica y morfológica	5
Condiciones climáticas en que se desarrolla el cultivo	5
Riego	6
Humedad ambiental	6
Definición de sustrato	6
Fibra de coco	7
Ácido Salicílico	7
Biosíntesis del AS	8
Funciones del AS en las plantas	9
Melaza	11
Investigación con fuentes ricas en carbohidratos	13
Sustancias Húmicas	14
Composición y Estructura	15
Ácidos Húmicos y Fúlvicos en las Plantas	15
Características de las algas marinas	17
Extractos de algas marinas, su función y su importancia	18
MATERIALES Y METODOS	21
Localización del sitio experimental	21

<b>Metodología</b>	<b>21</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
<b>Altura de planta (AP)</b>	<b>24</b>
<b>Diámetro de Planta (DP)</b>	<b>26</b>
<b>Número de corona (NC)</b>	<b>29</b>
<b>Diámetro de corona (DC)</b>	<b>31</b>
<b>Peso del fruto (PF)</b>	<b>34</b>
<b>Sólidos solubles totales (SST-° Brix)</b>	<b>36</b>
<b>Contenido relativo de clorofila (CRC)</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>41</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.	Vías de biosíntesis del ácido salicílico.....	9
2.	Localización del área experimental.....	21
3.	Respuesta en altura de plantas de fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	26
4.	Respuesta en ancho de plantas de fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	29
5.	Respuesta en número de corona de fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	31
6.	Respuesta en diámetro de corona en fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	33
7.	Respuesta en peso del fruto de fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	36
8.	Respuesta en sólidos solubles totales en fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	38
9.	Respuesta en contenido relativo de clorofila en fresa cultivar “Albión”. Usando la prueba de Tukey al 0.05.....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1.	Composición de la melaza.....	12
2.	Distribución de los tratamientos, adicionados a fresa, cultivar “Albión”.....	22
3.	Composición de la solución nutritiva utilizada comercialmente para el cultivo de fresa “Albión” .....	23

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa*) tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico; en la República Mexicana, se contó con una superficie cultivada de 6,282 ha de diferentes variedades que aportaron una producción de 226,657 Ton, con un valor superior a los 2,102 millones de pesos conforme a los datos registrados (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP 2011). Las principales entidades productoras de fresa son Baja California, Guanajuato, Jalisco, Estado de México y Michoacán; en esta última entidad se concentra la mayor producción nacional con una superficie cultivada de 3,252 ha y una producción de 113,193 Ton en el 2010. Sin embargo, de acuerdo a los datos con que cuenta el Consejo Nacional de la Fresa A.C. (Conafre 2011). En el estado de Michoacán se cuenta con un total de 4,325 Has cultivadas, de las cuales 3,100 Has están protegidas con macrotúnel, cuya producción supera las 70.0 Ton/Ha, Michoacán y Baja California producen aproximadamente el 87 por ciento del total en México. El estado de Baja California destina la mayor parte a la exportación a Estados Unidos, debido a la cercanía con el país vecino, por tal motivo es mayor su valor de producción.

La fresa se caracteriza por poseer ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LC-PUFAs por sus siglas en inglés) Omega 3, también conocidos como n-3, ya que es de gran interés para la salud humana y proveen protección contra enfermedades cardiovasculares así como ayuda para un buen desarrollo del feto en mujeres embarazadas; además, como el cuerpo humano sintetiza estos ácidos grasos. La ingesta en dieta es necesaria. Los ácidos grasos que brindan protección cardiovascular, son el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) (Mozaffarian and Wu, 2011; Ruiz-López *et al.* 2014), provenientes principalmente de aceite de pescados marinos. Estos ácidos EPA y DHA en plantas se sintetizan a partir del ácido alfa linóleo (ALA) (Ruiz-López *et al.* 2014). El ácido alfa linóleo (ALA) es también un ácido graso relacionado con beneficios cardiovasculares y a diferencia de EPA y DHA la fuente principal de este son los vegetales como semillas de soya, nueces y aceite de canola (Pan *et al.* 2012).

El incremento en la demanda de EPA y DHA proveniente de peces marinos, incrementa la presión de sobre-pesca situando en riesgo la fauna marina. Esto lleva a la preocupación de contaminación del ambiente marino, lo que ha intensificado la búsqueda de nuevas fuentes de Omega-3. En este sentido ALA proveniente de fuentes vegetales es una alternativa más accesible (Pan *et al.* 2012). Una alternativa viable, es el incremento de ácidos grasos en plantas, por medio de estímulos inducidos que acortaría enormemente los tiempos de obtención y se podría aplicar en cultivos ya establecidos para aumentar su valor nutricional. Una alternativa, es el estrés enzimático inducido y controlado, lo que ha demostrado que las especies reactivas de oxígeno, además de causar estrés oxidativo celular, también cumplen la función de señalización de estrés; así como, segundos mensajeros en las sucesiones de transducción de señales en respuesta al estrés (Mittler, 2002). Con el uso de promotores de oxidación controlada, inductores químicos o naturales que funcionan como señalizadores; además, con el uso de ácidos orgánicos, húmicos y fúlvicos se ha reportado recientemente que es posible manipular los mecanismos de defensa de las plantas, los niveles de fitoquímicos específicos, de antioxidantes y de vitaminas (Lester 2006; Kocsy *et al.* 2001; Benavides-Mendoza 2002).

La fruta de fresa es una de las más populares alrededor del mundo, por su sabor, su alto valor nutritivo y fuente de antioxidantes ya que contiene hasta 780µg/g de ácido alfa linolenico (omega 3) en los aquenios, de 450 a 100 µg/100g de antocianinas y 567 µg/g de ácido ascórbico (vitamina C) entre otros (Quián *et al.*2005).

Dada la importancia económica, el consumo de fresa, el contenido de omega 3 y su alto valor nutricional se puede modificar con estímulos de enzimas, el desarrollo del cultivo y estimular los ácidos grasos.

### **General**

Determinar el comportamiento de cinco compuestos orgánicos, en el crecimiento y producción de la fresa, cv. "Albión".

**Específico**

Establecer la dosis óptima de al menos un compuesto orgánico, que beneficie, en el desarrollo de la fresa, cv. "Albión".

**HIPÓTESIS**

Al menos una dosis de un compuesto orgánico, provocarán algún efecto en el desarrollo de la fresa, cv. "Albión".

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Historia y Origen

Las fresas modernas de fruto grande tienen un origen relativamente reciente (siglo XIX), pero las formas silvestres adaptadas a diversos climas son nativas a casi todo el mundo, excepto África, Asia y Nueva Zelanda. El cultivo de fresa a nivel comercial se estableció por primera vez en Irapuato Guanajuato y a mediados de la década de los 50 se estableció en Michoacán. De esta forma el cultivo de la fresa fue introduciéndose poco a poco en todos los rincones del valle de Zamora, desplazando áreas más específicas. Para la década de los 60s, el cultivo rápidamente se distribuyó en varios municipios del Valle de Zamora y empezaron a construirse la primeras agroindustrias, para el procesamiento y congelado de la producción en la región (Conafre 2011).

### Clasificación botánica

Su clasificación sistemática es:

Reino: *Plantae*

Subreino: *Embryobionta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Rosidae*

Superorden: *Rosanae*

Orden: *Rosales*

Familia: *Rosaceae*

Subfamilia: *Rosoideae*

Tribu: *Potentilleae*

Subtribu: *Fragariinae*

Género: *Fragaria*

Fuente: (Staudt 2008).

### **Descripción botánica y morfológica**

La fresa es una planta perenne de pequeño porte, que se reproduce de manera sexual y asexual (mediante el desarrollo de estolones). Aunque tradicionalmente se considera como planta herbácea, no es tal, sino que en realidad se trata de una especie leñosa y perenne con las mismas o similares pautas fisiológicas que los árboles y arbustos frutales de hoja caduca (López-Aranda, 2008). Su ciclo de vida es corto (de doce a veinte semanas por generación). El tallo está comprimido en una roseta basal o corona, de la que surgen las hojas en muy estrechos intervalos, trifoliadas dentadas de haz glabrescente y envés con pelos aplicados, cuyos peciolos pueden alcanzar los 20 cm de altura. En las axilas de las hojas se desarrollan yemas o meristemas axilares. Estas yemas, dependiendo del estado nutricional y de las condiciones ambientales, evolucionan de diferente manera: Permanecen aletargadas o desarrollan estolones, ramas o escapos florales. Los estolones, o tallos rastreros, producen raíces adventicias, de las que pueden surgir eventualmente nuevas plantas. Se reproduce sexualmente mediante la formación de inflorescencias generalmente hermafroditas, pequeñas, en cima dicasial o monocasial, de pétalos blancos y receptáculo amarillo. Los receptáculos terminan desarrollando poliaquenios o 'eterios' que contienen los verdaderos frutos (aquenios) en su superficie. Los eterios, denominados fresas, son ovoides o subglobosos, jugosos, dulces y muy aromáticos, con aquenios de 0,6-1,5 mm, glabros, no hundidos en alvéolos del pseudocarpo. El fruto de fresa pertenece a la categoría de los no climatéricos, por lo que no completará su madurez comercial una vez recolectado. La forma y tamaño de los frutos es una característica varietal, aunque los factores ambientales afectan en gran medida a este carácter (Navarro y Muñoz-Garmendia, 2005).

### **Condiciones climáticas en que se desarrolla el cultivo**

La planta de fresa es termo y fotoperiódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de temperatura y luz. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan un crecimiento vegetativo excesivo;

las bajas temperaturas y días cortos inducen la floración. En condiciones donde todos los días tienen menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir la fruta, es la temperatura, siendo la óptima en promedio de 14 °C, pero se adapta bien entre el 10 °C y 20 °C. (Yael 2011).

### **Riego**

Se cultiva bajo condiciones de riego, Las técnicas de riego pueden ser goteo, microaspersión, aniego y aspersión.

Si se cultiva bajo condiciones de temporal, se debe contar con una precipitación anual entre 900 y 1500 mm, procurando que la planta cuente con suficiente humedad durante los periodos de crecimiento y desarrollo del cultivo, pero con una atmósfera relativamente cálida y seca durante la maduración del fruto. Un tiempo lluvioso, nublado y frío en esa época afecta mucho tanto los rendimientos como la calidad de la fresa. Este cultivo no tolera sequía. (Yael 2011).

### **Humedad ambiental**

Prefiere condiciones medias de humedad. Puede prosperar en regiones con bastante humedad atmosférica, sin embargo, al acercarse la maduración es preferible una atmósfera relativamente seca (Yael, 2011).

### **Definición de sustrato**

Sobre el término sustrato aplicado a la horticultura, existen diversas definiciones. (Burés, 1997) señala que sustrato es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores, donde se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga altura limitada. Por su parte, (Abad *et al.* 2004) señalan que sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal.

Kämpf *et al.* (2006) definen como sustrato para plantas al medio poroso donde se desarrollan las raíces, relacionadas con el cultivo en recipientes fuera del suelo. En general, podemos resumir que un sustrato para el cultivo de plantas es todo material que puede proporcionar anclaje, oxígeno y agua suficiente para el óptimo desarrollo de las mismas, o en su caso nutrimentos, requerimientos que pueden cubrirse con un solo material o en combinación con otros, los cuales deberán ser colocados en un contenedor.

### **Fibra de coco**

Este sustrato se origina a través del procesamiento industrial de cocos, obtenidos desde huertos especialmente dedicados a la producción de estos frutos, para fines gastronómicos. La elaboración de sustrato se generó a partir de investigaciones e inversiones para el desarrollo de una política de producción agrícola e industrial, cuyo objetivo era impulsar el máximo aprovechamiento del fruto.

El sustrato de fibra de coco se origina del desfibramiento industrial del mesocarpio de las cáscaras de coco, obteniéndose un sustrato de estructura granular homogénea, con alta porosidad total.

Debido a su característica de este sustrato permite una alta germinación, enraizamiento y un óptimo desarrollo de las plántulas. Por otro lado, la fibra de coco permite disminuir los costos de transporte y almacenamiento, ya que su comercialización se realiza en fardos prensados, los que al ser mezclados con agua aumentan considerablemente su volumen total (Taveira 2005).

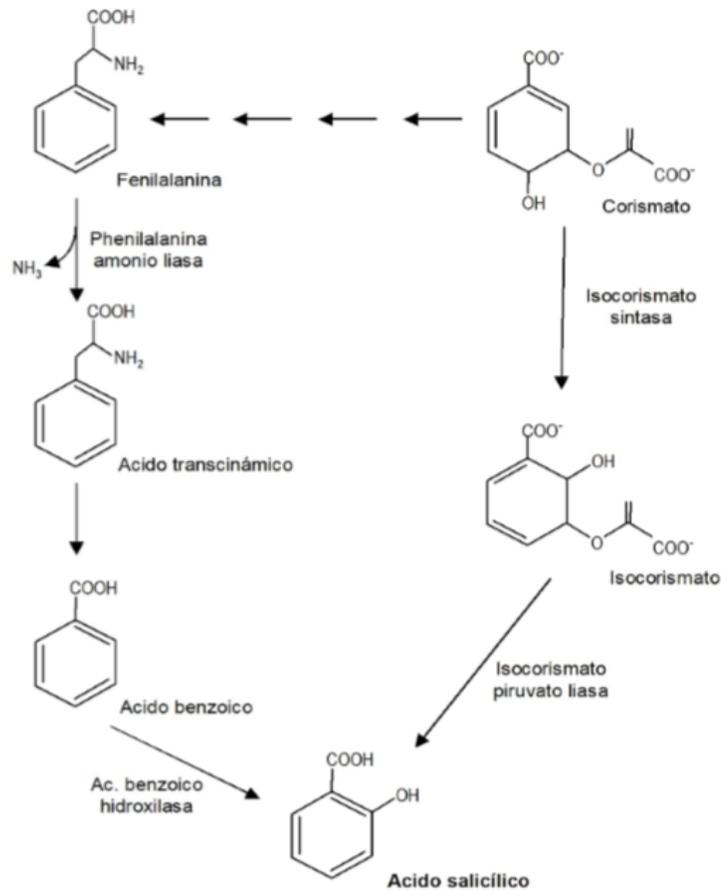
### **Ácido Salicílico**

El ácido salicílico (AS) es sólido, blanco y cristalino, se encuentra en numerosas plantas, en especial en los frutos, en forma de metil-salicilato y se obtiene comercialmente a partir del fenol (Olivero 2005).

El ácido salicílico (AS) es un compuesto fenólico simple que deriva del aminoácido fenilalanina. El AS y algunos de sus derivados como el ácido acetil salicílico (o aspirina), son mejor conocidos en medicina por sus propiedades analgésicas. 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).

### **Biosíntesis del AS**

Aunque desde tiempo se ha sugerido que AS es sintetizado a partir de la fenilalanina, esta ruta biosintética parece no poder dar cuenta de todo el AS que se encuentran en tejidos vegetales (Figura1). Se ha sugerido rutas alternativas para la formación de AS basado además en los modelos que se han encontrado en algunas bacterias. Por ejemplo existen bacterias que sintetizan AS vía el ácido corísmico: las enzimas isocorismato sintasa (ICS) y la isocorismato piruvato liasa (IPL) pueden catalizar la formación de AS en sólo dos pasos desde isocorismato. Sobre-expresión de estas dos enzimas en Arabidopsis es capaz de aumentar los niveles de AS en la planta (Verberne *et al.* 2000). Además la existencia de una ruta similar ha sido descrita para arabidopsis (Wildermuth *et al.* 2001). El gen SID2 que codifica para una isocorismato sintasa cloroplástica en Arabidopsis es inducido en tejidos infectado con patógenos. Esta y otras evidencias sugieren que al menos en Arabidopsis existe esta ruta adicional para la síntesis de AS que involucra a los ácidos corísmico e isocorísmico.



**Figura 1.** Vías de biosíntesis del ácido salicílico.

### **Funciones del AS en las plantas**

El papel más estudiado del AS es su participación como molécula señal en defensas locales y regulación de la respuesta sistémica adquirida que se ejecuta en las plantas después de ser atacada por patógenos (Shah 2003; Dong 2004). Se ha determinado que incrementos de los niveles del AS en plantas invadidas por bacterias u hongos son necesarios para la manifestación de síntomas del ataque biótico y además coincide con la expresión de genes considerados de defensa que codifican para las llamadas proteínas relacionadas con patogenicidad o PR. Esta correlación y función de la hormona fueron demostradas además con la aplicación de agentes que bloquean la síntesis de AS o la expresión de genes que codifican para enzimas que degradan AS (Wildermuth *et al.* 2001). Más aún, la aplicación de AS

exógenamente es capaz no sólo de inducir la expresión de genes PR, sino también de conferir mayor resistencia contra patógenos. La acumulación local de AS en el sitio de infección generaría la movilización de una señal sistémica, probablemente metil-salicilato, la cual induce una respuesta sistémica adquirida responsable de la expresión de genes de resistencia en lugares distantes (Dempsey *et al.* 1999). La regulación de la expresión génica mediada por AS involucra la proteína NPR1/NIM1 la cual forma complejos con factores de transcripción llamados TGA (de tipo bZIP) para regular promotores de genes PR. A su vez, la regulación de NPR1 a nivel de expresión es controlada por factores de transcripción de la clase WRKY (Dong 2004).

Por otra parte altas concentraciones de AS ( $10^{-5}$  M) generaron valores más altos en la actividad de la nitrato reductasa, producción y parámetros de cosecha en mostaza, como sabemos el nitrógeno es utilizado para la formación de aminoácidos, enzimas y complejos enzimáticos (Friedman 2004). La existencia de nitrógeno de forma abundante colabora en la formación de clorofila, que aumenta la actividad fotosintética y por tanto el desarrollo vegetal (Bartolini 1989). Sánchez *et al.* (2011) reportan que aplicar con dosis más bajas de  $1 \times 10^{-7}$  y  $2 \times 10^{-7}$  M a plantas de chile jalapeño aumentaron significativamente la producción de biomasa foliar y raíz.

Carrasco (2008) reporta que aplicando ácido salicílico en el cultivo del tomate obtuvo un incremento en la biomasa fresca en los diferentes órganos de la planta, además se obtienen otras características deseadas tales como: mayor diámetro ecuatorial de fruto, número de flores por planta, número de frutos por planta y rendimiento en kg/planta.

Por otra parte (Anchondo *et al.* 2011), reportaron que asperjar una vez por semana en ocho ocasiones, con soluciones de AS más diluidas de:  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-10}$  M. Los resultados registrados después de 40 días de aplicados los tratamientos demostraron que las plántulas asperjadas a las concentraciones probadas incrementaron la altura de planta y el número de hojas de fresa.

Villanueva *et al.* (2009) reporta que en concentraciones de  $10^{-8}$  y  $10^{-10}$  M, asperjado foliar mente en crisantemo da como resultado un mayor diámetro de tallo que el testigo.

Por otra parte Díaz (2014) reporta que hizo un trabajo experimental el objetivo fue estudiar el efecto del AS aplicado mediante el riego en el crecimiento de la planta de lechuga, utilizando una dosis de  $10^{-8}$  M, no obteniendo diferencia significativa en esta variable grados brix de extracto de peciolo.

Por otra parte Salinas (2010) reporta que aplicar AS con dosis de:  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  M en lechuga orejona de variedad px06516006, El nivel de clorofila (lecturas SPAD), no mostró diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que el AS no afecto en cuanto a la luminosidad. Cabe señalar que en las condiciones de desarrollo del cultivo, no se tuvieron variaciones en cuanto al nivel de clorofila.

### **Melaza**

La denominación melaza se aplica al fluido final obtenido en la preparación del azúcar mediante una cristalización repetida. El proceso de evaporación y cristalización es usualmente repetido tres veces hasta el punto en el cual el azúcar invertido y la alta viscosidad de las melazas ya no permitan una cristalización adicional de la sacarosa (Swan y Karalazos, 1990).

La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali, que normalmente están presentes en el jugo de caña, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. A demás de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables, las melazas también contienen sustancias reductoras no fermentables (Fajardo y Sarmiento 2007). Estos compuestos no fermentables reductores del cobre, (cuadro 1) son principalmente caramelos libres de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las

melanoidinas que si contienen nitrógeno derivada a partir de productos de condensación de azúcar y aminocompuestos (Honing 1974).

**Cuadro 1.** Composición de la melaza de la caña de azúcar (Tellez, 2004).

COMPONENTES	CONSTITUYENTES	CONTENIDO
<b>Componentes mayores</b>	Materia seca	78%
	Proteínas	3%
	Sacarosa	60%-63%
	Azúcares reductores	3-5 %
	Sustancias disueltas (diferentes azúcares)	4-8 %
	Agua	16 %
	Grasas	0.4%
<b>Componentes mayores</b>	cenizas	9%
<b>Contenido de minerales</b>	Calcio	0.74%
	Magnesio	0.35%
	Fósforo	0.08%
	Potasio	3.67%
<b>Contenido de aminoácidos</b>	Glicina	0.10%
	Leucina	0.01%
	Lisina	0.01%
	Treonina	0.06%
	Valina	0.02%
<b>Contenido de vitaminas</b>	Colina	600 ppm
	Niacina	48.86 ppm
	Ácido pantoténico	42.90 ppm
	Piridoxina	44.00ppm
	Riboflavina	4.4 ppm
	Tiamina	0.88 ppm

### **Investigación con fuentes ricas en carbohidratos**

El uso de melaza en el suelo mejora su estructura, aumenta la materia orgánica, tiene un efecto nematostático, controla a las hormigas, funciona para lavar la cinta de riego debido a que tiene un pH ácido y hay indicios de que la melaza es una fuente de energía para las raíces en momentos de estrés (USAID, 2006).

También nos dice (Restrepo 2007). Que la principal función de la melaza es aportar calorías y energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico del suelo, para que el proceso de fermentación se potencialice, además de aportar nutrimentos en menor escala como son algunos minerales como Boro, Magnesio, Fosforo, Potasio, Calcio, Zinc y Hierro.

Por otra parte Romero, (2015) reporta que aplicar melaza con dosis más bajas de 10, 5, 2.5 cm<sup>3</sup>/L<sup>-1</sup> al cultivo de Liliun cv. Arcacho. No encontró diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que la aplicación de melaza en las dosis en que fueron aplicadas no causó modificación a la longitud de la vara. Sin embargo, se observaron incrementos ligeros en los resultados, con en el nivel de 2.5 cm<sup>3</sup>/L<sup>-1</sup>. Superando por 1.48 % al testigo sin melaza.

Nasser *et al.* (2005) aplicaron melaza en el cultivo de papaya Maradol reduciendo el efecto negativo causado por la aplicación accidental de glifosatos.

La melaza se ha usado en el cultivo de algodón como fertilizante (Dunn *et al.* 1999). Se ha encontrado que aplicaciones foliares de vinaza de remolacha azucarera, concentrada y despotasificada en Liliun spp., incrementan la productividad en materia seca (Murillo, *et al.*, 1993). Las aplicaciones de melaza en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) retardan el colapso de la parte aérea (doblado de la rama) que es un indicador de cosecha (Brewster, 1977), la aplicación de melaza en dosis de 0.5 a 10 ml/Kg de suelo reducen el ataque de nematodos (Sosa *et al.* 1973).

Por otro lado (Betancourt *et al.* 2005) encontraron que la aplicación de miel de abeja al 2% incrementa el diámetro basal de Liliun en un 20% con respecto a

su testigo, teniendo un comportamiento similar en el diámetro apical de la flor donde el incremento fue del 15%.

Macías (2014) reporta que evaluando diferentes dosis de melaza en el sistema de riego, encontrando excelentes resultados, donde su análisis de varianza encontró diferencia estadísticamente significativa entre sus tratamientos ya que aplicar 8 y 16 L<sup>-1</sup>/ Ha<sup>-1</sup>/semana aumenta el peso de fruto en el cultivo de chile habanero ya que superan al testigo con un incremento de 17.6% a 24.6%.

### **Sustancias Húmicas**

Las propiedades de sustancias húmicas (SH) como fertilizantes han sido conocidos desde hace mucho tiempo, es el componente principal de la materia orgánica del suelo, las SH son objeto de muchos estudios con diversos enfoques en la agricultura, como química de suelos, la fertilidad, fisiología de plantas, así como ciencias del medio ambiente, debido a los múltiples roles de estos materiales que pueden beneficiar a la planta con un mayor crecimiento (Tan, 1998).

Hace casi 130 años, Justus von Liebig realizó una investigación ampliando la clasificación de las sustancias húmicas en 3 grupos, según su solubilidad en medios alcalinos, neutros y soluciones ácidas, encontró que las huminas y AH no eran completamente solubles en soluciones de tipo alcalino o ácido, mientras un tercer grupo era muy soluble en todos los medios de pH: alcalino, ácido y neutro. A este grupo lo llamó AF. Las SH provienen de desechos de animales y plantas que se han descompuesto microbially y químicamente, son de color oscuro, con carácter ácido, elevado peso molecular y con propiedades refractarias. El fraccionamiento de las SH más utilizado globalmente se basa en las diferentes solubilidades en agua a varios valores de pH. (Aiken *et al.* 1985; Stevenson 1994).

Ácidos húmicos: Fracción insoluble en medio ácido pero soluble en medio alcalino.

Ácidos Fúlvicos: Fracción soluble en medios ácidos como en alcalinos.

Húmina: Fracción insoluble en cualquier valor de pH.

### **Composición y Estructura**

La composición química de las SH incluye muchos anillos aromáticos que se relacionan el uno con el otro y cadenas alifáticas, dando origen a macromoléculas con masas diferentes. Considerando que la génesis de SH implica combinaciones y reacciones y una amplia variedad de sistemas obligatorios químicos, es muy difícil definir un concepto claro en su composición (Hayes 1997).

Sin embargo se han realizado estudios mostrando la composición elemental de AH y AF extraídos de suelos con diferentes climas, descubriendo que los AF contienen mayor proporción de oxígeno y azufre, y menor carbono, hidrogeno y nitrógenos que los AH. La acidez total de los AF duplica a los AH. Esta mayor acidez de los AF se debe a un mayor contenido en grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), probablemente fenólicos, que los AH. Estas diferencias se relacionan con grupos funcionales oxigenados siendo la proporción O:C 0,5 para AH y 0,7 para AF, así como la relación H:C que indica el carácter alifático para AH y AF de 1.0 y 1.4 respectivamente (Stevenson 1994; Steelink 1985).

Los grupos funcionales presentes en la estructuras de AF y AH generalmente son los grupos fenólicos y alcohólicos, quinónicos y cetónicos. Pero a pesar que los AF y AH tienen efectos positivos sobre la planta y el suelo, sus diferentes propiedades físico-químicas hacen que resulten unos más eficientes para determinadas situaciones (Stevenson, 1994).

### **Ácidos Húmicos y Fúlvicos en las Plantas**

Las sustancias húmicas han sido extensivamente estudiadas, generalmente por su capacidad de transportar y fijar minerales del suelo a las plantas. Los AF tienen mayor acidez total, un número mayor de grupos carboxilo, una mayor absorción y capacidad de intercambio catiónico que los AH. Los AF son

responsables de quelatar y movilizar iones metálicos, incluyendo Fe y Al (Navarrete *et al.* 2004; Bocanegra *et al.* 2006; Esteves da Silva *et al.* 1998).

Los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, y se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la traslocación de macro y microelementos dentro de la planta lográndose una mejor nutrición de esta; acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción favorablemente. Las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas (Narro 1987).

Flores (1993) expone que los ácidos húmicos presentan ciertos efectos en la planta como el traslado de nutrimentos desde las raíces hasta la parte aérea y del exterior de las hojas hasta los lugares de acumulación. Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas. Ayudan al desarrollo temprano de las plantas, recuperando la tensión (estrés) de trasplante, mayor expansión foliar e incremento del sistema radical.

Por otra parte Días *et al.* (2009). Reportan que aplicando AH y AF en lechuga hidropónicas, que la calidad diámetro de la planta no fue afectada por dicha aplicación.

Dado su pequeño tamaño molecular, los AF pueden pasar a través de microporos de la membrana y llegar hasta el plasmalema de las células, mientras que los ácidos húmicos solo se relacionan con la pared celular (Nardi *et al.* 2002). La capacidad combinada de AF para moverse a través de las membranas ha sugerido que los AF pueden desempeñar un papel similar a quelatos naturales para la movilización y transporte de Fe y otros micronutrientes. También pueden permanecer en solución del suelo incluso a altas concentraciones de salinidad y en una amplia gama de pH. Por lo tanto tienen la ventaja de una larga duración para interactuar con las raíces de las plantas (Bocanegra *et al.* 2006).

Magañas (2015), reportó que la aplicación de AH y AF en lechuga hidropónicas para aumentar número de hojas, nos dice que la calidad de la lechuga no se ve afectada por dicha aplicación.

Por otra parte Suh *et al.* (2014), quienes reportan que el incremento de la concentración de AH y AF, aplicados de manera foliar al tomate afecta disminuyendo la altura de la planta y el rendimiento en el fruto.

Por otra parte Pimienta (2004) reporta que al realizar un estudio sobre la fertilización completa y diferentes porcentajes de AH y AF su análisis de varianza muestra que para la variable diámetro de tallo en el cultivo de tomate en invernadero, existe diferencia altamente significativa entre sus tratamientos, con un diámetro promedio de 3.26 mm más sobresaliente a diferencia del testigo.

### **Características de las algas marinas**

Las algas marinas son plantas talofitas (organismo que carecen de raíz, tallo, hojas), unicelulares o pluricelulares, que viven preferentemente en el agua, tanto dulce como marina, y que en general están provistas de clorofila, que en ocasiones contienen otros pigmentos de colores variados que enmascaran a esta; el tallo de las algas pluricelulares tiene forma de filamento, de cinta o de lámina y puede ser ramificado (Robledo, 1997)

Las algas son habitantes de todos los ambientes, no solo en cuerpos de agua estables sino también en aquellos expuestos a la desecación: sobre rocas desnudas, fuentes termales (en donde soportan altas temperaturas), nieves, glaciares. Es común encontrarlas en lugares con poca luz a grandes profundidades. Esta capacidad se debe a sus bajos requerimientos y su alta flexibilidad de adaptación (Erulan *et al.* 2009).

La mayoría de las algas marinas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de sustancias inorgánicas disueltas en el agua. Este proceso denominado fotosíntesis, se cumple a través de la

clorofila, un pigmento verde presente en las células, que actúa transformando la energía luminosa en energía química. Las sales y otras sustancias nutritivas pueden ingresar por cualquier punto de su cuerpo. A diferencia de las plantas terrestres, no poseen tejidos de conducción ni de sostén. Se mantienen erguidas porque al desarrollarse en el agua la gravedad no actúa sobre ellas (Abowei y Ezekiel2013).

Las algas marinas taxonómicamente se clasifican en tres grupos basados en su color: Verdes (Chlorophyceae), pardas (Phaeophyceae), y rojas (Rhodophyceae) ya que presentan pigmentos que predominan como clorofilas, carotenoides y ficobilinas (Erulan *et al.* 2009; Quitral *et al.* 2012).

Las algas marinas son uno de los más importantes recursos marinos del mundo y se utilizan como alimento para ganado, consumo humano, materias primas para muchas industrias, fertilizantes agrícolas y como una fuente de ficoloides tales como agar, ácido alginico y carragenina (Sathya *et al.* 2010).

### **Extractos de algas marinas, su función y su importancia**

Los extractos de algas marinas como biofertilizantes, son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos naturales que promueve la germinación de semillas y que incrementa el desarrollo y rendimiento de cultivos. Los extractos de algas marinas contienen nutrientes mayores y menores tales como amino ácidos, vitaminas, citoquininas, auxinas y ácido abscísico las cuales son sustancias promotoras del crecimiento y el rendimiento en los cultivos, (Zhang y Schmidt 2000; Zhang *et al.* 2003).

Las algas son reconocidas como una excelente fuente de reguladores de crecimiento naturales se clasifican como fertilizantes orgánicos renovables, aspecto importante a considerar con respecto a las actividades agrícolas sostenibles con el medio ambiente (Hong *et al.* 2007).

La incorporación de algas al suelo incrementa el rendimiento y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también

sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento, dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden 1993; Canales-López, 2000).

Por otra parte Ramírez, (2015) reporta que aplicando dosis más bajas de  $5 \text{ ml/L}^{-1}$  de Algaenzims<sup>MR</sup> al cultivo de jitomate (variedad Rio grande) obtiene un incremento de área foliar, superando al testigo con un 18.28%.

Guillen (2011) reporta que evaluó diferentes dosis del producto Algaenzims<sup>MR</sup> encontrando diferencia estadísticamente significativa entre sus tratamientos en cuanto al número y diámetro de tallos en el cultivo de Papa, siendo el mejor tratamiento con dosis de  $2 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  a la siembra +  $1 \text{ L}^{-1}$  foliar a los 45 días después de la siembra.

Se han reportado estudios en los cuales la planta desarrolla tolerancia al estrés, mayor absorción de nutrientes del suelo y se mejoraron las propiedades antioxidantes con la aplicación de extractos de algas marinas. (Verkleij 1992; Turan y Köse, 2004).

López (2015) reporta que a una plantación de vid (cv. Shiraz) aplicando extracto de algas marinas muestra que no tuvo efecto en el rendimiento de frutos (peso), ya que en la plantación sin el extracto se tuvo el mayor rendimiento. Los valores de rendimiento promedio por planta en las secciones con y sin aplicación del extracto fueron 9.09 kg y 10.32 kg respectivamente, lo que resultó en una diferencia del 13.5 %. Con relación a la calidad del fruto, la aplicación del extracto no afectó los grados brix del jugo de estos mismos y evaluando el contenido de clorofila, se establecieron tres tratamientos, obteniendo un incremento de los pigmentos de clorofila de las hojas, el promedio del contenido de clorofila del periodo evaluado con aplicación al suelo y foliar fue de 40.92 mientras que en la sección control fue de 39.85. Esto correspondió a un incremento de 2.68% por efecto de la aplicación del extracto de la alga marina.

El efecto favorable de la aplicación de extractos de algas marinas es resultado de varios componentes que actúan de forma sinérgica en diferentes concentraciones (Fornes *et al.* 2005). En los últimos años se ha observado un incremento en el uso de extractos de algas marinas debido a su potencial de ser utilizado en la agricultura orgánica y sostenible como un medio para evitar una excesiva aplicación de fertilizantes químicos y mejorar la absorción de minerales. Los extractos derivados de algas marinas son biodegradables, no tóxicos, no contaminantes y no peligrosos para las personas y animales (Dhargalkar y Pereira, 2005).

Sánchez, (2007) reportó que al extracto de algas marinas en el cultivo de chile jalapeño, no hubo diferencia significativa entre sus tratamientos para altura de planta, sin embargo encontró una diferencia numérica a favor comparado con el testigo, siendo los dos mejores tratamientos con dosis de 1 y 2 L<sup>-1</sup>/Ha<sup>-1</sup>, obteniendo un 8.6 y 8.3 % de crecimiento respectivamente en comparación al testigo.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del sitio experimental

El experimento fue conducido en un invernadero de producción comercial en el rancho "La Gloria" ubicado a los 25°12'39.30" de Latitud Norte, 100°46'5.58" de Longitud Oeste y a 2006 msnm en Huachichil, Municipio de Arteaga, Coahuila, México.



**Figura 2.** Localización del área experimental.

### Metodología

Este experimento se distribuyó de acuerdo a un diseño experimental bloques al azar. Los datos se analizaron en el ANVA con la prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ). Con el sistema Statistical Analysis System para Windows, versión 9.0 (SAS 2002). Los tratamientos fueron siete, con cuatro repeticiones. Cada repetición tuvo cuatro plantas, con un total de 16 por tratamiento y 112 plantas en total por todo el experimento (Cuadro 2). Y las aplicaciones fueron cada dos semanas por un tiempo de dos meses de forma foliar.

Este experimento se realizó en plantas de fresa (*Fragaria x ananassa*) del cultivar Albión, en el periodo del 5 de septiembre 2014 al 15 de diciembre 2014; con número similar de coronas. Las plantas fueron cultivadas en bloques de fibra de coco como sustrato de crecimiento con dimensiones de 12 cm de ancho por 8 cm de alto y 100 centímetros de longitud. La densidad de plantación fue de cinco plantas por bloque de fibra de coco.

**Cuadro 2.** Distribución de los tratamientos, adicionados a fresa, cv. "Albión".

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis</b>
Testigo (T)	agua
Ácido salicílico (AS 4)	$1 \times 10^{-4} \text{ M L}^{-1}$
Ácido salicílico (AS 3)	$1 \times 10^{-3} \text{ M L}^{-1}$
Melaza (ME)	$20 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$
Ácido húmicos y fúlvicos (AH y AF)	$20 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$
Algas marinas (AM 15)	$15 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$
Algas marinas (AM 30)	$30 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$

Las plantas fueron expuestas a la misma solución nutritiva (Cuadro 3) en un sistema abierto de acuerdo a la formulación comercial del productor la cual se aplicó por medio de espagueti de plástico con un diámetro de 4 milímetros y una longitud de 70 centímetros conectados a la tubería secundaria de distribución. La capacidad de emisión de los goteros fue de 2 litros por minuto y la frecuencia de riego fue cada 2 horas con un tiempo suficiente para lograr un volumen de drenaje del 15 al 25%.

Las variables medidas a la planta fueron: altura de planta (AP), diámetro de planta (DP), número de corona (NC), diámetro de corona (DC) (vernier digital, marca PETRUL) y al fruto: peso de fruto (PF) y sólidos solubles totales (SST- ° Brix) (Refractómetro, marca ATAGO) y contenido relativo de clorofila (CRC) (Clorofilometro, mediante unidades SPAD-502 plus).

La temperatura y humedad relativa fueron, monitoreadas cada 15 minutos por el tiempo del experimento, con un datalogger modelo HR1 (HOBBO, inc.). La temperatura máxima del invernadero fue de 28°C y la mínima de 14°C con un promedio de 19°C. La humedad relativa se mantuvo en rangos de 92 y 38 por ciento como máxima y mínima respectivamente con un promedio de 58 por ciento. Con las lecturas obtenidas de temperatura y humedad relativa se calculó el déficit de presión de vapor (DPV) el cual vario de 0.2 kPa a 2.2 kPa, con promedio de 0.72 kPa a lo largo del experimento.

**Cuadro 3.** Composición de la solución nutritiva utilizada comercialmente para el cultivo de fresa cultivar “Albión”.

Nutriente	Meq/L
Nitrógeno	
NO3-N	5.5
NH4-N	2
Fosforo H2PO4	1
Azufre SO4	3.5
Potasio K	2.5
Calcio Ca	3.5
Magnesio Mg	2
Hierro (ppm)	2.8
Boro (ppm)	0.6
Manganeso	0.04
Zinc	0.2
Cobre	0.1
Molibdeno	0.03
pH	5.5 – 6.0
Conductividad eléctrica(dSm <sup>-1</sup> )	~1.0

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de planta (AP)

De acuerdo a los resultados obtenidos, los tratamientos aplicados afectaron significativamente el crecimiento vegetativo. Por lo que respecta a la variable altura de planta (AP) esta fue mayor en aquellas que no fueron tratadas testigo (T), mientras que en aquellas plantas que se trataron con melaza (ME) a  $20 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  y algas marinas (AM) a  $30 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$  esta disminuyó en un 23.45 y 26.25 % respectivamente comparado con el testigo (Figura 3), esto posiblemente se deba a un exceso en las dosis aplicadas ya que las hojas se tornaron oscuras y pudieron ser afectadas en su proceso fotosintético, al disminuir la luz no desarrollaron adecuadamente como las plantas testigo (T). En relación a esto Guillermo (2009) menciona que la fotosíntesis es el proceso por el cual mediante la intercepción de luz fotosintéticamente activan las plantas transforman la materia inorgánica de su medio externo en materia orgánica que utilizarán para su crecimiento y desarrollo. Por otra parte Romero, (2015) reporta que aplicar melaza (ME) con dosis más bajas de 10, 5,  $2.5 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  al cultivo de *Lilium* cv. Arcacho. No encontró diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que la aplicación de melaza en las dosis en que fueron aplicadas no causó modificación a la longitud de la vara. Sin embargo, se observaron incrementos ligeros en los resultados, con en el nivel de  $2.5 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$ . Superando por 1.48 % al testigo sin melaza. Indicando que a dosis más bajas la melaza provee ciertos beneficios.

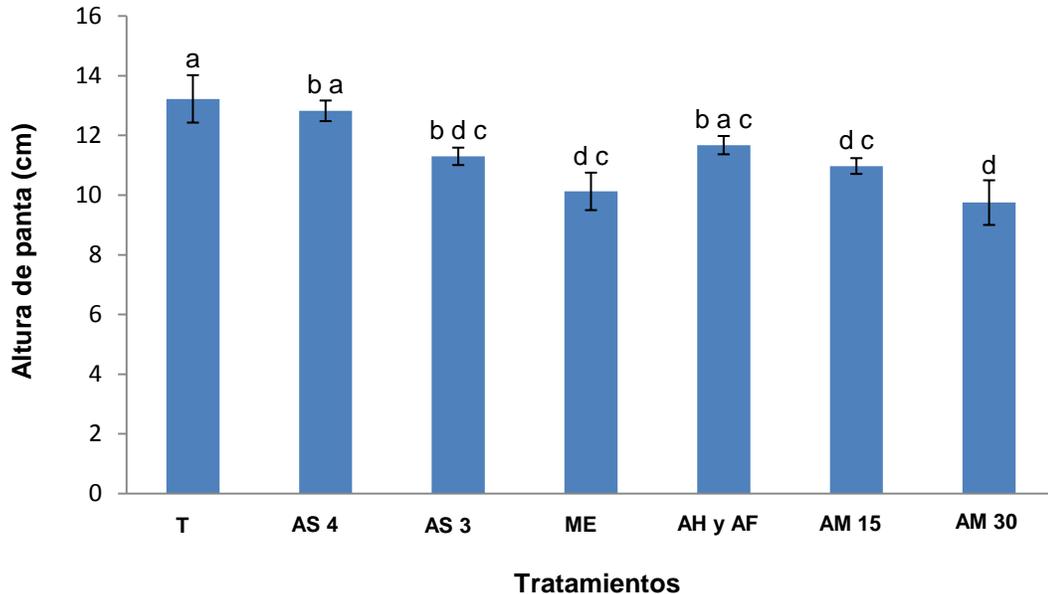
Con respecto la aplicación de algas marinas (AM) los resultados no fueron diferentes entre las dos dosis aplicadas, sin embargo fueron diferentes estadísticamente al testigo siendo más pequeñas, esto posiblemente se deba también a un exceso en las dosis aplicadas de 6 y  $12 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  en forma foliar y que tornaron las hojas oscuras en color como se mencionó anteriormente ocasionando el mismo efecto de disminuir intercepción de luz para fotosíntesis. En relación a esto Sánchez, (2007) reportó que al extracto de AM en el cultivo de chile jalapeño, no hubo diferencia significativa entre sus tratamientos para

altura de planta (AP), sin embargo encontró una diferencia numérica a favor comparado con el testigo, siendo los dos mejores tratamientos con dosis de 1 y 2 L<sup>-1</sup>/Ha<sup>-1</sup>, obteniendo un 8.6 y 8.3% de crecimiento respectivamente en comparación al testigo.

Por otra parte con respecto al ácido salicílico (AS 3) en la dosis de 10<sup>-3</sup> M L<sup>-1</sup> que se aplicó durante cada dos semanas por cuatro ocasiones de forma foliar, los resultados muestran que las plantas crecieron un 14.53 % menos que el testigo (T). Con respecto a esto Anchondo *et al.* (2011), reportaron que asperjar una vez por semana en ocho ocasiones, con soluciones de AS más diluidas de: 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-8</sup>, 10<sup>-10</sup>M. Los resultados registrados después de 40 días de aplicados los tratamientos demostraron que las plántulas asperjadas a las concentraciones probadas incrementaron la AP de fresa, lo que no coincide con nuestro resultado, esto posiblemente se deba a la frecuencia en el número de ocasiones así como a la dosis. En este sentido Thorne (1995) reporta que la concentración, días de aplicación y su dilución en la solución foliar son factores que hay que considerar en una aspersion, ya que si esta es muy alta pueden hacer la práctica ineficaz y viceversa. Sin embargo en nuestro experimento la concentración más elevada con respecto a la dosis antes mencionado ocasiono plantas con porte más pequeñas lo que coincide con Martínez *et al.* (2004) quienes reportan que en algunos casos la alta concentración afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico.

Con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos (AH y AF) en nuestro experimento los resultados no fueron favorables ya que las plantas fueron un 11.73 % más cortas en comparación al testigo, esto coincide con Suh *et al.* (2014), quienes reportan que el incremento de la concentración de estos, aplicados de manera foliar al tomate afecta disminuyendo la altura de la planta y el rendimiento en el fruto. Por otra parte Thorne (1995) reporta que la concentración en la solución foliar y la especie vegetal son factores que hay que considerar en una aspersion foliar, ya que las hojas se comportan de diferentes

formas para adsorber productos asperjados de acuerdo con la solución aplicada y su dilución ya que si esta es muy baja pueden hacer la práctica ineficaz y viceversa.



**Figura 3.** Respuesta en altura de plantas de fresa cultivar “Albi3n”, a la aplicaci3n de 3cido salic3lico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), 3cido salic3lico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (ME), 3cido h3micos y f3lvicos  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se us3 la prueba de Tukey al 0.05 para separaci3n de medias. La l3nea en la parte superior de las barras representa el error est3ndar.

### **Di3metro de Planta (DP)**

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas en DP, ya que fue mayor en aquellas que fueron tratadas con algas marinas a  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15) superando al testigo (T) con 15.58 % mientras que en aquellas que se les aplico  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) tuvieron un decremento del 24.26 % con respecto al testigo (Figura 4). Debido a eso como se mencion3 anteriormente atribuimos esta respuesta a un posible exceso en las dosis aplicadas ya que las hojas se tornaron oscuras en color al respecto. El aumento del DP encontrado pudo haber sido ocasionado por los fitoreguladores promotores de crecimiento y por los amino3cidos que contienen las AM. Esto

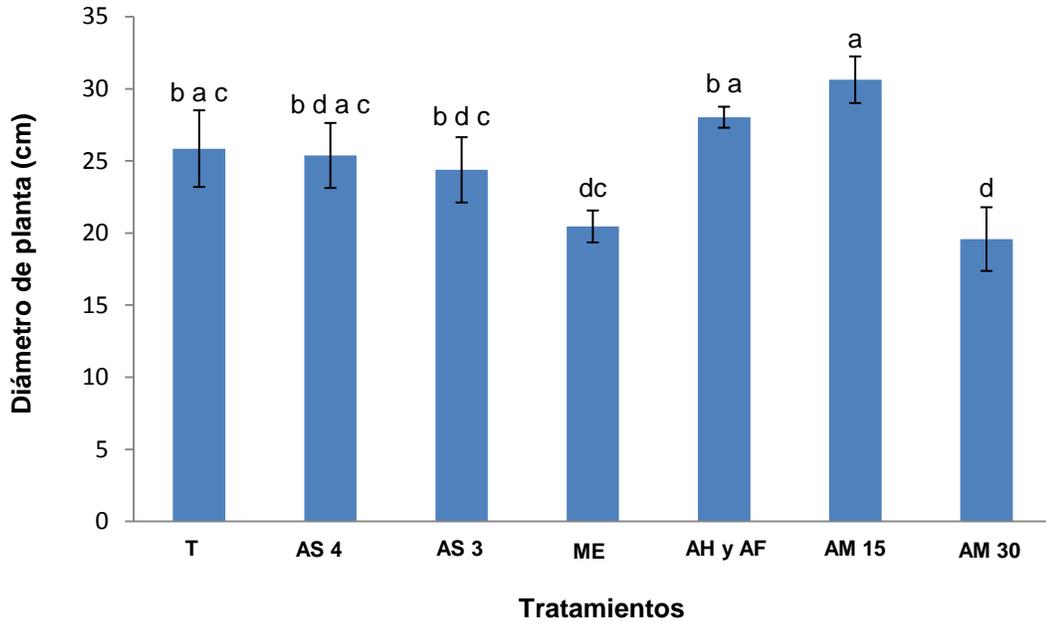
concuerta con Eman *et al.* (2008); Khan *et al.* (2009); Sathya *et al.* (2010) quienes reportan que los extractos de AM contienen una gran cantidad de nitrógeno e incluso ayudan a fijar estas mismas al suelo, también tienen una amplia variedad de sustancias promotoras del crecimiento de plantas tales como auxinas, citoquininas, giberelinas y sustancias orgánicas como aminoácidos y macronutrientes que mejoran el rendimiento y calidad de los cultivos. Por otra parte Ramírez, (2015) reporta que aplicando dosis más bajas de 5 ml/L<sup>-1</sup> de Algaenzims<sup>MR</sup> al cultivo de jitomate (variedad Rio grande) obtiene un incremento de área foliar, superando al testigo con un 18.28%. El decremento posiblemente se deba al exceso en la dosis aplicada ya que contienen fitoreguladores promotores de crecimiento y aminoácidos como se menciona anteriormente, pero la sobre dosis de estas puedan revertir y hacer lo contrario.

Con respecto la aplicación de melaza (ME) a 20 cm<sup>3</sup>/L<sup>-1</sup> comparado con el testigo (T) si hay diferencia significativa, los resultados no fueron favorables ya que las plantas fueron de menor diámetro esto posiblemente se deba a un exceso en la dosis aplicada esto posiblemente se deba a un exceso en las dosis aplicadas ya que las hojas se tornaron oscuras y pudieron ser afectadas en su proceso fotosintético, al disminuir la luz no desarrollaron adecuadamente, ya que las plantas crecieron un 20.89 % menos que el testigo (T). En relación a esto Romero, (2015) reporta que aplicando ME al cultivo de Liliium cv. Arcacho con dosis de 10, 5, 2.5 cm<sup>3</sup>/L<sup>-1</sup>. No encontró diferencia estadísticamente significativa, en la variable ancho de hoja, lo que indica que a dosis más bajas la ME no modifica esta variable.

Con respecto al ácido salicílico (AS) en las dosis de 1x10<sup>-3</sup> y 1x10<sup>-4</sup> M L<sup>-1</sup> que se aplicaron, los resultados muestran que las plantas tuvieron un pequeño decremento del 1.86 y 5.73 % en comparación con el testigo sin ser significativamente diferentes, posiblemente se deba a las altas dosis aplicadas que ocasionaron ese decremento con respecto a esto Martínez *et al.*(2004) reportan que en algunos casos la alta concentración afecta la síntesis de

reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Por otra parte Sánchez *et al.*(2011) reportan que aplicar con dosis más bajas de  $1 \times 10^{-7}$  y  $2 \times 10^{-7}$ M a plantas de chile jalapeño aumentaron significativamente la producción de biomasa foliar y raíz. Indicando que a dosis más bajas el AS provee cierto beneficio.

Por otra parte con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos (AH y AF) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  comparándolo con el testigo (T) sin ser significativamente diferentes tenemos un incremento del 7.75 %, esto probablemente se deba que los AH y AF incrementan y favorece la asimilación de las aplicaciones de nutrimentos, favorece la traslocación de macro y microelementos dentro de la planta logrando una mejor nutrición de esta, respecto a esto Flores (1993) expone que los AH y AF presentan ciertos efectos en la planta como el traslado de nutrimentos desde las raíces hasta la parte aérea y del exterior de las hojas hasta los lugares de acumulación. Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, quizás por eso se deba la expansión foliar. Por otra parte Días *et al.* (2009). Reportan que aplicando AH y AF en lechuga hidropónicas, que la calidad diámetro de la planta no fue afectada por dicha aplicación.



**Figura 4.** Respuesta en ancho de plantas de fresa cultivar “Albión”, a la aplicación de Ácido salicílico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), Ácido salicílico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (ME), Ácido húmicos y fúlvicos  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se usó la prueba de Tukey al 0.05 para separación de medias. La línea en la parte superior de las barras representa el error estándar.

### Número de corona (NC)

De acuerdo a los resultados obtenidos los productos orgánicos para esta variable NC muestra que no hay diferencia significativas, ya que todos los tratamientos aplicados no favorecen el desarrollo de esta variable (Figura 5), de acuerdo a la aplicación de ME a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$ , posiblemente se deba a un exceso en la dosis o quizás la aplicación de estas probablemente no induce el aumento de NC, por otra parte nos reporta Restrepo (2007). Que la principal función de estas, es aportar calorías y energía necesaria para activar el metabolismo de la planta, además de aportar nutrimentos en menor escala como son algunos minerales como Boro, Magnesio, Fosforo, Potasio, Calcio, Zinc y Hierro. Por otra parte Romero (2015) reporta que aplicar ME con dosis más bajas de 10, 5,  $2.5 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  al cultivo de *Lilium* cv. Arcacho. No encontró diferencia

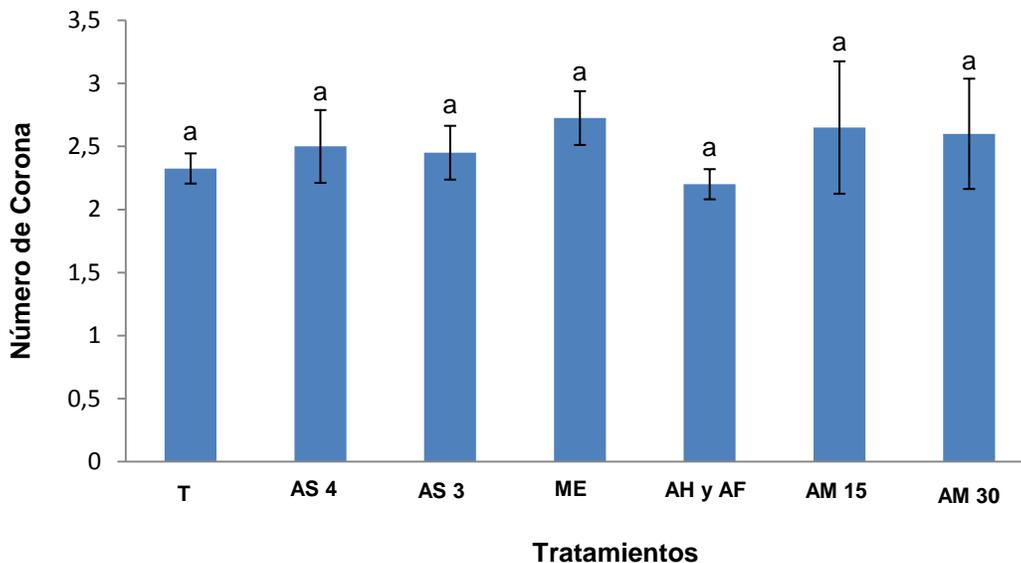
estadísticamente significativa, lo que indica que la aplicación de ME en las dosis en que fueron aplicadas no causó modificación en las variables número de hojas por planta y número de botones. Sin embargo, se observaron incrementos ligeros en los resultados, con el nivel de  $10 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$ . Superando por 1.96 y 2.59 % al testigo sin melaza. Indica que a dosis más bajas la ME provee ciertos beneficios.

Por otra parte con respecto al AS en las dosis de  $10^{-4}$  y  $10^{-3} \text{ M L}^{-1}$  que se aplicó durante cada dos semanas por cuatro ocasiones de forma foliar, los resultados muestran que no hubo diferencia significativa, esto posiblemente se deba por lo que reporta Martínez *et al.* (2004). Que en algunos casos la presencia de AS a altas dosis afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Lo que pudo haber sido la causa de nuestro resultado. Con respecto a esto Anchando *et al.* (2011) Quienes reportan que asperjar una vez por semana en ocho ocasiones, con soluciones de AS preparadas:  $10^{-6}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-10}$ , M la variable número de hojas en el cultivo de fresa, formadas a los 40 días de aplicado el tratamiento fue estimulado por el AS en promedio encontró que se forman hasta 4 hojas más por el efecto de estas.

Con respecto la aplicación de AM los resultados no fueron favorables esto posiblemente se deba también a un exceso en las dosis aplicadas de  $6$  y  $12 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  por eso se deba que las hojas se tornaron oscuras en color como se menciona anterior mente ocasionando el mismo efecto. En relación a esto Guillen (2011) reporta que evaluó diferentes dosis del producto Algaenzims<sup>MR</sup> formulado con extracto de AM encontrando diferencia estadísticamente significativa entre sus tratamientos en cuanto al número de tallos en el cultivo de Papa, siendo el mejor tratamiento con dosis de  $2 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  a la siembra +  $1 \text{ L}^{-1}$  foliar a los 45 días después de la siembra.

Por otra parte con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos (AH y AF) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  nuestro resultado se deba por la concentración en la solución foliar ya que es un factor que hay que considerar en una aspersión foliar, ya que

las hojas se comportan de diferentes formas de acuerdo con la solución aplicada y su dilución ya que si esta es muy baja pueden hacer la práctica ineficaz y viceversa. En relación a esto Magañas (2015), reporto que la aplicación de estas en lechuga hidropónicas para aumentar número de hojas, nos dice que la calidad de la lechuga no se ve afectada por dicha aplicación. Con respecto a esto Vaughan y Malcom (1985), quienes reportan que los beneficios de AH y AF se presentan de manera más general en la parte radicular que en la aérea lo que pudo haber sido la causa de nuestro resultado en el experimento.



**Figura 5.** Respuesta en número de corona de fresa cultivar “Albión”, a la aplicación de Ácido salicílico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), Ácido salicílico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (ME), Ácido húmicos y fúlvicos  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se usó la prueba de Tukey al 0.05 para separación de medias. La línea en la parte superior de las barras representa el error estándar.

### **Diámetro de corona (DC)**

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas para la variable DC, ya que fue mayor en aquellas plantas que fueron tratadas con algas marinas a  $6 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  (AM 15) superando al testigo (T) con 20.9 % mientras que en aquellas que se les aplicó a  $12 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  (AM 30) en

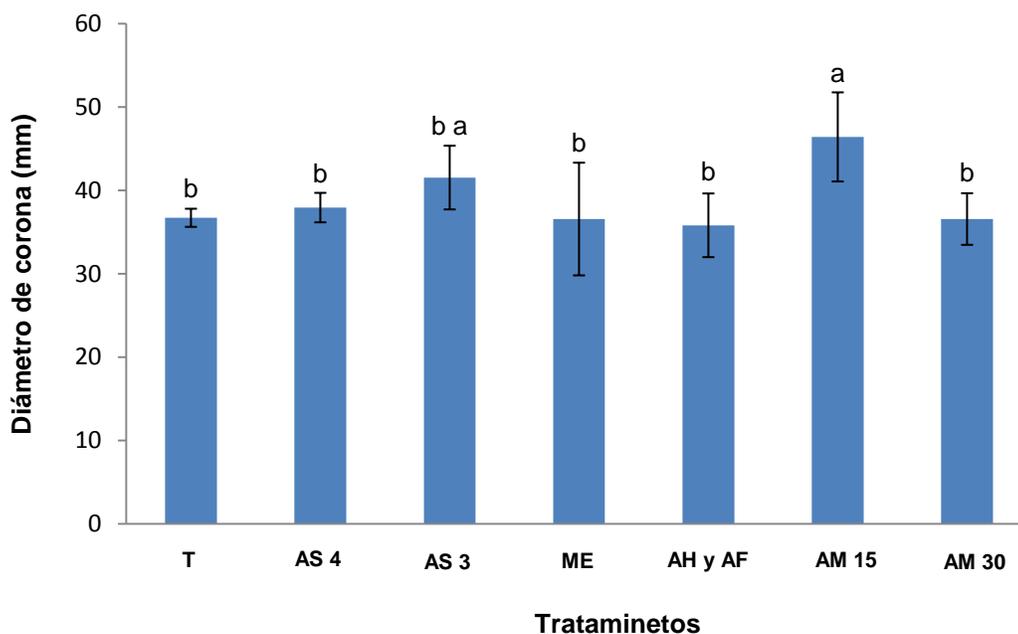
comparación al testigo (T) son significativamente y numéricamente iguales, (Figura 6). El aumento de DC posiblemente se deba a que si favoreció la dosis aplicada y por los fitoreguladores de crecimiento que contienen los extracto de estas. Por otra parte reportan Eman *et al.* (2008); Khan *et al.* (2009); Sathya *et al.* (2010) que los extractos de AM contienen una gran amplia variedad de sustancias promotoras del crecimiento de plantas tales como auxinas, citoquininas, giberelinas y sustancias orgánicas como aminoácidos y macronutrientes que mejoran el rendimiento y calidad de los cultivos. De acuerdo con los resultados Guillen (2011) reporta que evaluando diferentes dosis del producto Algaenzims<sup>MR</sup> formulado con extracto de algas marinas el análisis estadístico no encontró diferencia significativa entre sus tratamientos, en la variable diámetro de tallo en el cultivo de Papa, aunque observó una tendencia mayor en la dosis de  $2 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  a la siembra +  $1 \text{ L}^{-1}$  foliar a los 45 días después de la siembra, que presentó una media de 13.60 mm de diámetro en comparación al testigo con una media de 12.44 ms.

Con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos (AH y AF) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  comparándolo con el testigo (T) donde no hay diferencia significativa, esto probablemente se deba que los AH y AF no influyeron positivamente para esta variable. Por otra parte Pimienta (2004) reporta que al realizar un estudio sobre la fertilización completa y diferentes porcentajes de AH y AF su análisis de varianza muestra que para la variable diámetro de tallo en el cultivo de tomate en invernadero, existe diferencia altamente significativa entre sus tratamientos, con un diámetro promedio de 3.26 mm más sobresaliente a diferencia del testigo.

Por otra parte con respecto aplicación de melaza (ME) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  comparándolo con el testigo (T) donde no hay diferencia significativa prácticamente son iguales, esto probablemente se deba que la ME no influye o modifica positivamente esta variable. Romero (2015) reporta que aplicando ME con dosis más bajas de 10, 5,  $2.5 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$ , donde no encontró diferencia significativa entre los niveles, esto indica que la ME aplicada no modifica

significativamente el diámetro de tallo y el diámetro de botón, en el cultivo de *Lilium* cv. Arcacho.

Por otra parte con respecto al ácido salicílico (AS) en las dosis de  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  M  $L^{-1}$  que se aplicaron de forma foliar, los resultados muestran que las plantas crecieron un 11.6 y 3.2 % más que el testigo (T) sin ser significativamente diferentes, posiblemente se deba a que en esta variable si es favorable la dosis aplicada. Con respecto a esto Villanueva *et al.* (2009) reporta que en concentraciones de  $10^{-8}$  y  $10^{-10}$  M, asperjado foliarmente en crisantemo da como resultado un mayor diámetro de tallo que el testigo.



**Figura 6.** Respuesta en diámetro de corona en fresa cultivar “Albión”, a la aplicación de Ácido salicílico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), Ácido salicílico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/L^{-1}$  (ME), Ácido húmicos y fúlvicos  $20 \text{ cm}^3/L^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/L^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/L^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se usó la prueba de Tukey al 0.05 para separación de medias. La línea en la parte superior de las barras representa el error estándar.

### **Peso del fruto (PF)**

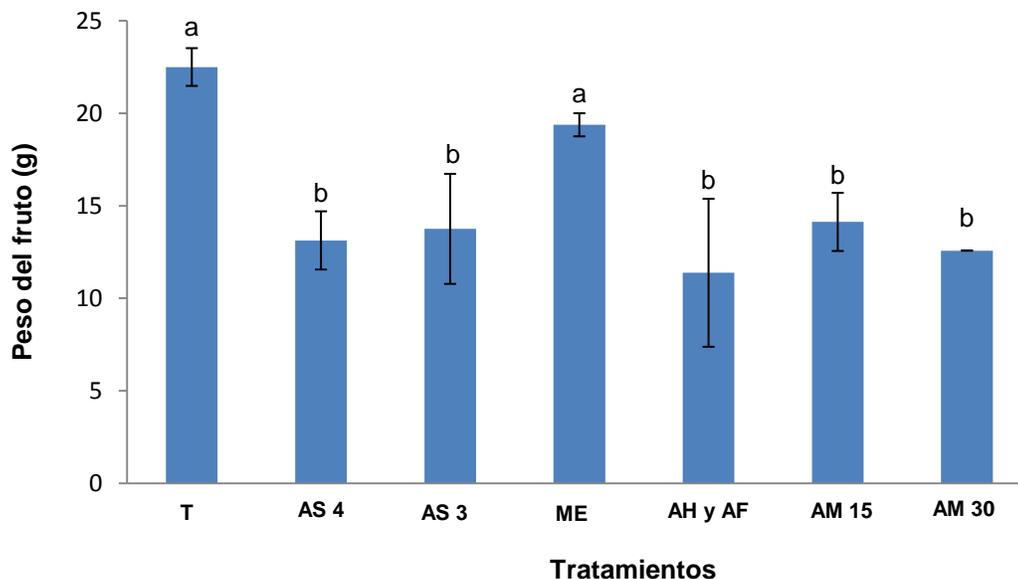
De acuerdo a los resultados obtenidos, los tratamientos aplicados afectaron significativamente la variable peso del fruto (PF). Con respecto a la melaza (ME) a  $8 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$  que se aplicó durante cada dos semanas de forma foliar, comparadas con el testigo (T) significativamente son iguales pero con una diferencia numérica del 13.8 % menos que el testigo (Figura 7), esto posiblemente se deba a la frecuencia de la aplicación por eso tenemos ese decremento de los frutos. De acuerdo con esto difiere con Macías (2014) reporta que evaluando diferentes dosis de ME en el sistema de riego, encontrando excelentes resultados, donde su análisis de varianza encontró diferencia estadísticamente significativa entre sus tratamientos ya que aplicar 8 y  $16 \text{ L}^{-1}/\text{Ha}^{-1}$ /semana aumenta el peso de fruto en el cultivo de chile habanero ya que superan al testigo con un incremento de 17.6% a 24.6%.

Por otra parte con respecto al ácido salicílico en las dosis de  $10^{-3}$  y  $10^{-4} \text{ M L}^{-1}$  (AS 3) y (AS 4) que se aplicó durante cada dos semanas por cuatro ocasiones de forma foliar, los resultados muestran que tuvieron un decremento de 39.2 y 41.8 % menos que el testigo (T). Esto posiblemente se deba a la concentración muy elevada ya que posiblemente haya estresado a las plantas por consecuencia los frutos fueron más pequeñas. Con respecto a esto Martínez *et al.* (2004) quienes reportan que en algunos casos la alta concentración de AS afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Por otra parte Carrasco (2008) reporta que aplicando ácido salicílico en el cultivo del tomate obtuvo un incremento en rendimiento en kg/planta y en diferentes órganos de la planta, además se obtienen otras características deseadas tales como: mayor diámetro ecuatorial de fruto, número de flores por planta, número de frutos por planta.

Con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF) en nuestro experimento los resultados no fueron favorables ya que los frutos tuvieron un decremento de 49.4 % en comparación al testigo, Por otra parte Magañas (2015) reporta que aplicar AH y AF en lechuga en hidroponía para la variable peso seco aéreo, no provoca un incremento en esta variable, nos dice

que la calidad de la lechuga no se ve afectada por dicha aplicación. Con respecto a esto Vaughan y Malcom (1985) reportan que la principal función del AH y AF se presentan de manera más general en la parte radicular que en la aérea, posiblemente esto pudo haber sido la causa de nuestro resultado en el experimento o por el estrés por la sobre dosis aplicada ya que la planta pudo haber gastado sus reservas en ella y por eso los frutos tuvieron ese decremento.

Con respecto a la aplicación de algas marinas (AM 15 y AM 30) los resultados fueron diferentes numéricamente con una diferencia de 10.6 % entre las dos dosis aplicadas, siendo diferentes estadísticamente al testigo con un decremento de 37.4 y 44 %, esto posiblemente se deba también a un exceso en las dosis aplicadas en forma foliar y que tornaron las hojas oscuras en color como se mencionó anteriormente ocasionando el mismo efecto de disminuir la intercepción de luz para la fotosíntesis y al haber poca intercepción de luz la planta ya no trabaja de igual manera y posiblemente eso fue lo que provocó que los frutos fueran más pequeños. Con respecto a esto coincide con López (2015) reporta que a una plantación de vid (Cv. Siras) aplicando extracto de algas marinas muestra que no tuvo efecto en el rendimiento de frutos (peso), ya que en la plantación sin el extracto se tuvo el mayor rendimiento. Los valores de rendimiento promedio por planta en las secciones con y sin aplicación del extracto fueron 9.09 kg y 10.32 kg respectivamente, lo que resultó en una diferencia del 13.5 %.



**Figura 7.** Respuesta en peso del fruto de fresa cultivar “Albión”, a la aplicación de Ácido salicílico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), Ácido salicílico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (ME), Ácido húmicos y fúlvicos  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se usó la prueba de Tukey al 0.05 para separación de medias. La línea en la parte superior de las barras representa el error estándar.

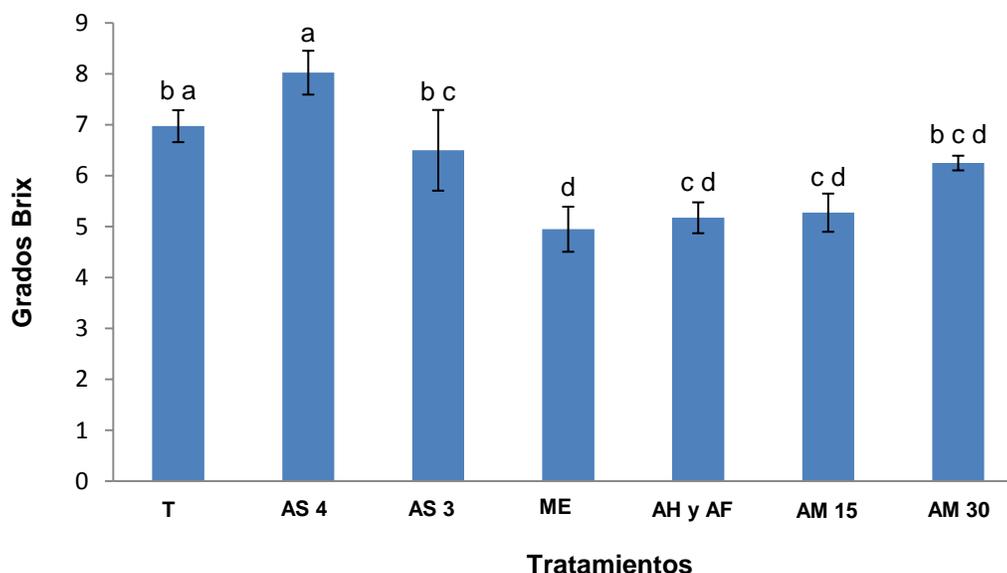
### Sólidos solubles totales (SST-° Brix)

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas en (SST-Briz), ya que fue mayor en aquellas que fueron tratadas con ácido salicílico  $10^{-4} \text{ M L}^{-1}$  (AS 4) superando al testigo (T) con 14.8 % mientras que en aquellas que se les aplicó  $10^{-3} \text{ M L}^{-1}$  (AS 3) tuvieron un decremento del 5.8 % con respecto al testigo (T) comparando las dos dosis aplicada hay una diferencia del 19.8 % (Figura 8). Posiblemente el decremento se deba a la alta dosis que se aplicó ya que con la aplicación más diluida se encontró beneficios favorables. Por otra parte Díaz (2014) reporta que hizo un trabajo experimental el objetivo fue estudiar el efecto del AS aplicado mediante el riego en el crecimiento de la planta de lechuga, utilizando una dosis de  $10^{-8} \text{ M}$ , no obteniendo diferencia significativa en esta variable grados brin de extracto de peciolo.

Con respecto la aplicación de algas marinas (AM 15 y AM 30) los resultados no fueron diferentes entre las dosis aplicadas, sin embargo fueron diferentes estadísticamente al testigo (T) teniendo un decremento del 23.2 y 8.7 % posiblemente se deba a un exceso en las dosis aplicadas ya que las hojas se tornaron oscuras y pudieron ser afectadas en su proceso fotosintético y al ser afectado este proceso ya no se tiene la misma cantidad de glucosa lo que pudo influir la baja concentración de estas. Por otra parte López (2015) reporta que con la aplicación de extracto de AM, a una plantación de vid (Cv. Siras). Con relación a la calidad del fruto, la aplicación del extracto no afecto los grados brix del jugo de estos mismos.

Con respecto la aplicación de melaza (ME) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  comparado con el testigo (T) si hay diferencia significativa, los resultados no fueron favorables ya que los frutos fueron de menor cantidad de los grados Brix esto posiblemente se deba a un exceso en las dosis aplicadas ya que las hojas se tornaron oscuras y pudieron ser afectadas en el proceso fotosintético, al disminuir la luz no desarrollaron adecuadamente los azúcares afectando el proceso fisiológico del fruto y disminuyendo la calidad, ya que hay una diferencia del 29 % menos que el testigo (T).

Con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos (AH y AF) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  comparándolo con el testigo (T) donde si hay diferencia significativa, ya que los resultados no fueron favorables esto probablemente a un exceso en las dosis pudiendo causar el mismo problema que se menciona anteriormente, teniendo una diferencia del 24.6 %. De igual manera disminuyo la calidad del fruto.



**Figura 8.** Respuesta en sólidos solubles totales en fresa cultivar “Albión”, a la aplicación de Ácido salicílico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), Ácido salicílico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (ME), Ácido húmicos y fúlvicos  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se usó la prueba de Tukey al 0.05 para separación de medias. La línea en la parte superior de las barras representa el error estándar.

### Contenido relativo de clorofila (CRC)

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas en CRC, ya que los mejores tratamientos fueron aquellas que se les aplico algas marinas a dosis de  $15 \text{ y } 30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15 y AM 30) superando al testigo con una diferencia del 3.2 y 3.8 % (Figura 9) esta diferencia posiblemente se deba que las algas marinas contiene nitrógeno y estas ayudan al requerimiento de la clorofila. De acuerdo con esto Hebra *et al.* (2011) reportan que el aumento de clorofila probablemente se deba que el extracto de alga marina contiene elementos como el hierro y el nitrógeno, que se requieren en la síntesis de clorofila en las hojas ya que por eso el contenido de clorofila aumenta. Por otra parte López (2015) reporta el efecto a la aplicación del extracto de alga marina a una plantación de vid (Cv. Siras), evaluando el contenido de clorofila, se establecieron tres tratamientos, obteniendo un incremento de los pigmentos de clorofila de las hojas, el promedio del contenido de clorofila del periodo

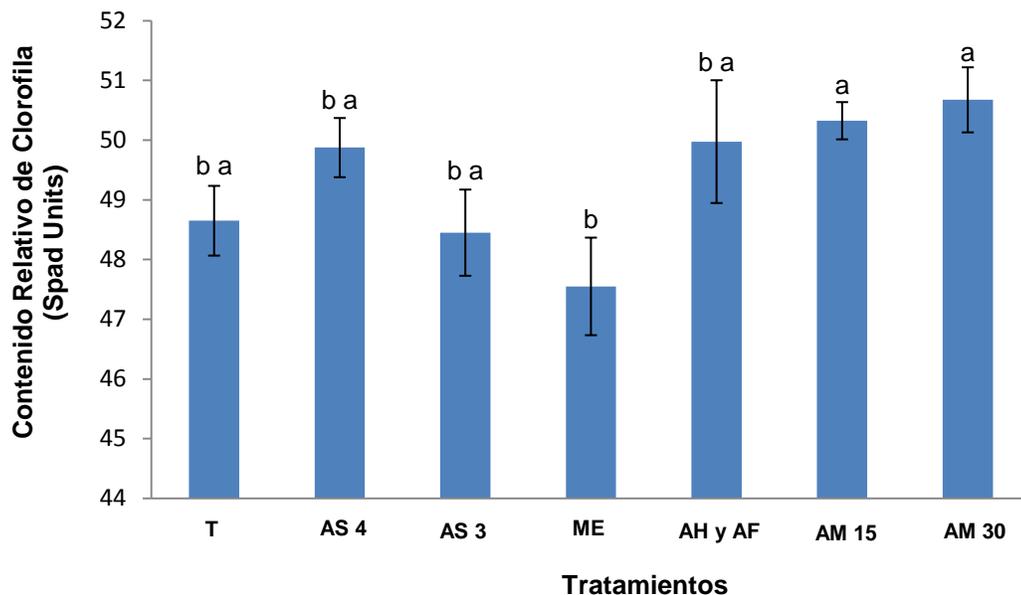
evaluado con aplicación al suelo y foliar fue de 40.92 mientras que en la sección control fue de 39.85. Esto correspondió a un incremento de 2.68% por efecto de la aplicación del extracto de la alga marina. Por otra parte así mismo Espinela *et al.* (2010) reportan que la aplicación del extracto del alga marina a una concentración del 2% a un cultivo de fresa incrementa 11% el contenido de clorofila en las hojas.

Por otra parte con respecto al ácido salicílico en las dosis de  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  M L<sup>-1</sup> (AS 3 y AS 4) que se aplicaron de forma foliar, los resultados muestran que a las que se les aplicó  $10^{-4}$  M L<sup>-1</sup> (AS 4) las plantas crecieron 2.4 % más que el testigo (T), mientras con la dosis de  $10^{-3}$  M L<sup>-1</sup> (AS 3) comportándose de igual manera que el testigo (T) sin ser significativamente diferentes, posiblemente se deba a que en esta variable si es favorable aplicar la dosis de  $10^{-4}$  M L<sup>-1</sup> la más diluida. Por otra parte Salinas (2010) reporta que aplicar AS con dosis de:  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  M en lechuga orejona de variedad px06516006, El nivel de clorofila (lecturas SPAD), no mostró diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que el AS no afectó en cuanto a la luminosidad. Cabe señalar que en las condiciones de desarrollo del cultivo, no se tuvieron variaciones en cuanto al nivel de clorofila.

Con respecto a la aplicación de ácido húmicos y fúlvicos a 20 cm<sup>3</sup>/L<sup>-1</sup> (AH y AF) comparándolo con el testigo (T) tiene un incremento del 2.4 % sin ser significativamente diferentes, como no encontré un trabajo para la comparación en esta variable, esto probablemente se deba que los AH y AF no influyeron positivamente para esta variable pero han sido extensivamente estudiadas, generalmente por su capacidad de transportar y fijar minerales del suelo a las plantas una mayor absorción y capacidad de intercambio catiónico que los AH y los AF son responsables de quelatar y movilizar iones metálicos, incluyendo Fe y Al. Por otra parte Navarrete *et al.* (2004); Bocanegra *et al.* (2006); Esteves da Silva *et al.* (1998). Reportan que los ácidos húmicos y fúlvicos incrementan la permeabilidad de la membrana, y se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la traslocación de macro y

microelementos dentro de la planta lográndose una mejor nutrición de esta; acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción favorablemente.

Con respecto la aplicación de melaza (ME) a  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  comparado con el testigo (T) no hay diferencia significativa, los resultados no fueron favorables ya que las plantas presento un de cremento del 2.3 % esto posiblemente se deba a un exceso en la dosis aplicada ya que las hojas se tornaron oscuras y pudieron ser afectadas en su requerimiento en la síntesis de clorofila en las hojas ya que por eso el contenido de clorofila no aumento y así mismo disminuyendo el proceso fotosintético y no desarrollaron adecuadamente.



**Figura 9.** Respuesta en contenido relativo de clorofila en fresa cultivar “Albión”, a la aplicación de Ácido salicílico  $1 \times 10^{-4}$  (AS 4), Ácido salicílico  $1 \times 10^{-3}$  (AS 3), Melaza  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (ME), Ácido húmicos y fúlvicos  $20 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AH y AF), Algas marinas  $15 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 15), Algas marinas  $30 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$  (AM 30) comparadas con un Testigo (T). Las letras en la parte superior de las barras representan el grupo de significancia al que pertenecen para lo cual se usó la prueba de Tukey al 0.05 para separación de medias. La línea en la parte superior de las barras representa el error estándar.

## CONCLUSIÓN

- El cultivo de fresa presento cambios morfológicos a causa de la aplicación de diferentes productos, reflejándose en un aumento positivo en: Sólidos solubles totales, peso del fruto, ancho de planta, diámetro de corona y contenido relativo de clorofila. Mientras que en las variables altura de planta y número de corona no tuvieron efectos a las aplicaciones foliares.
- La aplicación de ácido salicílico  $10^{-4}$  M L<sup>-1</sup> comparado con el control, mostro mejor resultado en cuanto a la variable de grados brix.
- La aplicación de maleza  $20$  cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> comparado con los demás tratamientos tiene diferencia significativa pero es igual que el control en cuanto a la variable peso del fruto.
- La aplicación de algas marinas  $15$  cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> comparado con los demás tratamientos tiene mejores resultados se podría decir que fue el mejor ya que tuvo buen desarrollo en las variables ancho de planta, diámetro de corona, y contenido relativo de clorofila.

## LITERATURA CITADA

- Abad Berjon M, Noguera-Murray P, Carrión-Benedito C. 2004.** Los Sustratos en los Cultivos sin Suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin Suelo. Madrid: Mundi Prensa, 113-158.
- Abowei, J. F. N. and E. N. Ezekiel. 2013.** The Potential and Utilization of seaweeds. *Scientia Agriculturae*. 4(2): 58-66.
- Addy Anchondo-Aguilar, Abelardo Núñez-Barrios, Teresita Ruiz-Anchondo, Jaime Martínez-Tellez, Silvia Vergara-Yoisura y Alfonso Larqué-Saavedra, 2011.**Efecto del Ácido Salicílico en la Bioproduktividad de la Fresa (*Fragaria ananassa*) cv Aromosa\*. Solo resumen.
- Agustín Pimienta Ron. 2004.** Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) En *Invernadero*, pp. 38.
- Aiken, G. R. Mcknight D. M. Wershaw R. L. Maccarthy P. 1985.** An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. In humic substances in soil, sediment, and water: geochemistry, isolation and characterization. G.R.Aiken et al.(Eds.) Wiley-Interscience, New york.pp:1-9.
- Álvaro Romero Castillo. 2015.** Uso de Melaza como Suplemento en el Cultivo de *Lilium* cv Arcachon, pp. 37-45.
- Bartolini, C. 1989.** La fertilidad en los suelos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 140 pp.
- Benavides-Mendoza, A. (Compilador). 2002.** Ecofisiología y Bioquímica del Estrés en Plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coah. México. 287 páginas.
- Betancourt, O. M; Rodríguez, M. M. N; Sandoval, V. M; Gaytán, A. E. A. 2005.** "Fertilización Foliar una Herramienta en el Desarrollo del Cultivo de *Lilium* cv. Stargazer" *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(2): 371-378.

- Blanca Rosario López Rodríguez. 2015.** Extracto de una Alga Marina (Sargassum spp.) en una Plantación de Vid, su Relación con el Contenido de Clorofila, Intercambio neto de Bióxido de Carbono, Rendimiento y Calidad del Fruto, pp. 18-20.
- Bocanegra, M.P., Lobartini, J.C., Orioli, G.A.2006.** Plant uptake of iron chelated by humic acids of different molecular weights. *Commun Soil Sci Plant Anal* 37:1–2.
- Brewster, J. L. 1977.** The Physiology of the onion. *Horticultural Abstracts*. 47: 17-23.
- Burés S. Sustratos. 1997.** Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 342.
- Calace, N., Furlani, G., Petronio, B., M., Pietroletti, M. 2000.** Sedimentary humic and fulvic acids: Structure, molecular weight distribution and complexing capacity. *Annali di Chimica*, 90:25-34.
- Canales-López B. 2000.** Enzimas-Algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra*. 17(3): 271-276.
- Carlos Eduardo Díaz Leyva. 2014.** Efecto del Ácido Salicílico en la Productividad y Producción de Lechuga Cultivada con Solución Nutritiva, pp. 30
- 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.
- Consejo Nacional de la Fresa. 2011.** Plan Rector revisado, actualizado y validado por el Comité Nacional del Sistema Producto Fresa. [http://conafresa.com/plan\\_rector.pdf](http://conafresa.com/plan_rector.pdf). Accesado en junio, 2011.
- Crouch, I. J., and J. Van Staden. 1993.** Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant growth regulation*. 13(1): 21-29.
- Dempsey Da, J Shah & Df Klessig. 1999.** Salicylic acid and disease resistance in plants. *Critical Reviews in Plant Science* 18: 547-575.

- Dhargalkar, V. K. and N. Pereira. 2005.** Seaweed: promising plant of the millennium. *Science Cult.* 71(3-4): 60-66.
- Dias, N. D. S., De Brito, A. A. F., Neto, O. N. D. S., De Lira, R. B., & De Brito, R. F. 2009.** Producción de alface hidropónica utilizando biofertilizante como solución nutritiva. *Revista Caatinga*, 22(4), 158-162.
- Dong X. 2004.** NPR1, all things considered. *Current Opinion in Plant Biology* 7: 547–552.
- Dunn, D., Stevens, G., Phipps B. y Dugger. P., 1999.** The use of concentrated molasses soluble (CMS) as a nitrogen and sulfur fertilizer in cotton production. En: Richter et al., (1999) *Proceedings Beltwide Cotton Conferences*. Orlando, Florida. Pp. 1275-1276.
- 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 Yucatán. *Rev. Chapingo Ser.Hortic* .vol.15 no.spe Chapingo.
- Elba Marcela Sánchez García.2007.** Evaluación de Diferentes Dosis de Biopreparado a Base de Algas Marinas en Plantas de Chile Jalapeño Dulce Bajo Condiciones de Invernadero, pp. 20.
- Eman, A., A. E. Moniem, and A. S. E. Abd-Allah. 2008.** Effect of green algae cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. *Am Euras J. Agric. and Environ. Sci.* 4(4): 427- 433.
- Erulan, V. G., P. Thirumaran, and G. Ananthan. 2009.** Studies on the effect of *Sargassum polycystum* extract on the growth and biochemical composition of *Phaseolus radiata* L. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 6(4): 392-399.
- Esteban Sánchez Chávez, Ricardo Barrera Tovar, Ezequiel Muñoz Márquez, Damaris Leopoldina Ojeda Barrios, Álvaro Anchondo Nájera, 2011.** Efecto del Ácido Salicílico sobre Biomasa, Actividad Fotosintética,

Contenido Nutricional y Productividad del Chile Jalapeño. Revista Chapingoserie Horticultura, vol. 17, núm. 1, enero-abril, 2011, pp. 63-68.

**Esteves da Silva, J.C. G. Machado, A.A.S.C. Oliveira C. J. S.1998.** Effect of pH on complexation of Fe (III) with fulvic acids. Environ Toxicol Chem 17:1268–1273.

**Fajardo, C. E. E., Sarmiento, F. S. C. 2007.** Evaluación de la Melaza de Caña como Sustrato para la Producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de Grado en Microbiología Industrial. Pontifica Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá, D.C. 120 pp.

**Fernando Macias Castañeda. 2014.** Aplicación de Melaza en el Sistema de Riego en la Producción de Chile Habanero (*Capsicum chinense*. jacq), pp. 32.

**Flores, A. J., 1993.** Evaluación de los ácidos húmicos (Humiplex plus) a diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de papa. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 15-18p.

**Fornes, F., P. M. Sánchez, and J. L. Guardiola. 2005.** Effect of a seaweed extract on the productivity of Clementine mandarin and Navelina orange. Botánica Marina. 45(5): 486–489.

**Friedman, M. 2004.** Applications of the Ninhydrin reaction for analysis of amino acids, peptides, and proteins to agricultural and biomedical sciences. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 385-406.

**Garcia, O; Alcanzar, G; Cabrera, R; Gavi, F; Volke, V. 2001.** Evaluación de Sustratos para la Producción de Plantas en vivero. Terra 19: 249- 258.

**Guillermo Covac. 2009.** Facultad de Agronomía de UNL Pam - Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Argentina Ciencia Volúmen 1.

**Hayes, M.H.B. 1997.** Emerging concepts of the compositions and structure of humic substances. In: Hayes, M.H.B., Wilson, W.S. (Eds.), Humic Substances in Soils, Peats and Waters—Health and Environmental Aspects, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 3–30.

- Hebba, S. A. A., A. Y. Abou, and A. M. Gizawy. 2011.** Effect of Foliar Spraying with Amino Acids and Seaweed Extract on Growth Chemical Constitutes Yield and its Quality of Celeriac Plant. *Journal of Scientific Research*. 58(2): 257-265.
- Hong, D. D., H. M. Hien and P. N. Son. (2007).** Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *J. Appl. Phycol.* 19(6): 817- 826.
- Honing, P. 1974.** Principios de Tecnología Azucarera. Segunda edición. Compañía Editorial Continental. México. 24-54pp
- Kampf An, Jun Takane R, Vital de Siqueira, PT. 2006.** Floricultura, Técnicas de preparo de substratos. Brasilia: LK editora, 132.
- Khan, W., U. P. Rayirath, S. Subramanian, M. N. Jithesh, P. Rayorath, D. M. Hodges, A. T. Critchley, J. S. Craigie, J. Norrie, and B. Prithiviraj. 2009.** Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul.* 28(4): 386–399.
- Kocsy, G., B. Toth, T. Berzy, G. Szalai, A. Jednakovits, G. Galiba. 2001.** Glutathione reductase activity and chilling tolerance are induced by a hydroxylamine derivative BRX-156 in maize and soybean. *PlantSci.* 160, 943-950.
- Lester, G.E. 2006.** Environmental regulation of human health nutrients (ascorbic acid,  $\beta$ -carotene, and folic acid) in fruits and vegetables. *Hort Science* 41, 59-64.
- López Aranda JM. 2008.** El cultivo de la fresa en Huelva. En: *La Fresa de Huelva*. Ed: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Luis Alberto Ramírez Ruiz. 2015.** Comportamiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en dos Cubiertas de Sustrato y Tres Dosis de un Biofertilizante Bajo Condiciones de Invernadero.
- Martinez C, E Pons, G Prats & J Leon. 2004.** Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. *Plant Journal* 37: 209-17.

- Mittler, R. 2002.** Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.* 7, 405-410.
- Mozaffarian, D. Wu, J.H. 2011.** Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effect on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *J Am Coll Cardiol* 58, 2047–2067.
- Murillo, J., Cabrera, F. y López, R. 1993.** Influencia de la vinaza de remolacha, concentrada y despotasificada, sobre la emergencia, producción de biomasa y contenido de nutrientes. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal* 8: 37-47.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. 2002.** Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11), 1527-1536.
- Narro, F. E. A. 1987.** Física de suelos con enfoque agrícola. U. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 13-18p.
- Nasser, W., Rincón, C., Hernández, Y., Isea, F. 2005.** Efecto de la Melaza Sobre la Toxicidad Causada por Herbicidas a base de Glifosato en el Cultivo de la Lechosa (Carica papaya) "Maradol". *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 31:101-108.
- Navarrete, J.M., Urbina, V.M., Martínez, T., Cabrera L. 2004.** Role of fulvic acids for transporting and fixing phosphate and iron ions in bean plants by radiotracer technique. *Journal of radio analytical and nuclear chemistry*, 259(2), 311-314.
- Navarro C, Muñoz Garmendia. 2005.** Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares, Vol 6. Real Jardín Botánico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CISC. Madrid, Spain. Pp. 88-93.
- Olivero Yasmara. 2005.** Efecto del Ácido Salicílico y el humus líquido sobre el comportamiento fisiológico del cultivo del tomate var Vyta. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. 38 p.
- Pan, J.R. Segers, G. Voelker, T. Carson, D. Dobert, R. Phillips, J. Cook, K. Cornejo, C. Monken, J. Grapes, L. Tracey, R. Martino-Catt, S. 2012.**

Genetically Engineered Crops: From Idea to Product. *Annu. Rev. Plant Biol.* 65, 769-90.

**PATRICIA SALINAS SOTO. 2010.** Efecto del Ácido Salicílico Sobre la Tolerancia a Estrés Hídrico en Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Bajo Condiciones de Invernadero, Tesis Especialidad en Ingeniería de Invernaderos, Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ingeniería.

**Quian, M., Finn, C., Schroeder J.M. 2005.** Objective Flavor Comparison of Oregon Straw berries and those from other climatic on diction. Progress report. 2004-2005. Oregon Strawberry Commission.

**Quitral, V., C. Morales, M. Sepúlveda, y M. Schwartz. 2012.** Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Revista chilena de nutrición* 39(4): 196-202.

**Rangel J, Leal H, Palacios Mayorga S, Sánchez S, Ramírez R, Méndez T. 2002.** Coconut fiber as casing material for mushroom production. *Terra* 24 (2): 207 - 213.

**Restrepo, R. J. 2007.** Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS). Managua, Nicaragua. pp. 13-27.

**Roberto Magaña Arteaga. 2015.** Efecto de Ácidos Húmicos y Fúlvicos en el Crecimiento de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Bajo un Sistema Raíz Flotante, pp. 37.

**Robledo, D. 1997.** Las algas y la biodiversidad. CONABIO. *Biodiversidad* 13(1):1-4.

**Romeo Alfonso Guillen Coutiño. 2011.** Evaluación de Algaenzims<sup>MR</sup>, Algaroot<sup>MR</sup>, Turboenzims<sup>MR</sup>, Quitaflor y Mayor en el Cultivo de Papa *Solanum tuberosum* L. Variedad Norteña, pp. 26.

**Ruiz Lopez, N. Halsam, P. R. Naiper, J. A. Sayanova, O. 2014.** Success full high level accumulation of fish oil omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in a transgenic oilseed crop. *The Plant Journal.* 77, 198-208.

- Sathya, B., H. Indu, R. Seenivasan, and S. Geetha. 2010.** Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legum crop, *Cajanus cajan* (L.) mill sp. *Journal of Phytology*. 2(5): 50-63.
- Senesi, N., Loffredo, E. 1999.** The Chemistry of soil organic matter. In *Soil physical chemistry*. D.L.Sparks (Eds.), Newark, Delaware. pp:239-370.
- Shah J. 2003.** The salicylic acid loop in plant defense. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 365–371.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2011).** Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.siap.gob.mx/>. Accesado en Mayo 2011.
- Sosa, C., Gonzales C. P. 1973.** Respuesta del maíz chalqueño fertilizado y no fertilizado a cuatro diferentes niveles de *Heterodera punctata* raza mexicana (Nematoda: Heteroderidae). *Nematropica* 3: 13-14.
- Spinelli, F., F. Giovanni, N. Massimo, S. Mattia, and C. Guglielmo. 2010.** novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia Horticulture*. 125(3): 263-269.
- Staudt G. 2008.** Strawberry Biogeography, Genetics and Systematics. *Acta Horticulture* 842(1):71-83.
- Steelink, C. 1985.** Elemental characteristics of humic substances. In G.R. Aiken D., M. Mcknight R., L. Wershaw P. Maccarthy (Eds.) *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water*, John Wiley, New York, 457-476.
- Stevenson, F.J. 1994.** Organic matter-micronutrient reactions in soil. In *Micronutrientes in Agriculture*. J.J. Mortveds F., R. Cox L., M., Shuman R., M. Welch (Eds.), Soil Science Society of America. Madison, WI. PP:145- 186.
- Suh, H. Y., Yoo, K. S., & Suh, S. G. 2014.** Effect of foliar application of fulvic acid on plant growth and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55(6), 455-461.

- Swan, H., Karalazos, A. 1990.** Las Melazas y sus Derivados. Revista Tecnológica. Geplacea. España. 19:1 78-82pp.
- Tan, K. H. 1998.** Colloidal chemistry of organic soil constituents. In: Tan K., H. (Ed.), Principles of Soil Chemistry, Marcel Dekker, New York, pp. 177– 258.
- Taveira, A. 2005.** Fibra de coco: Una nueva alternativa para la formación de plantas. Revista Brasileira de Reproducción de Plantas 28 (5): 275 - 277.
- Tellez, D. 2004.** Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de la destilería San Martín. Industria de licores del valle. Universidad del Valle. Tesis de pregrado en Bacteriología. Facultad de salud. Escuela de Bacteriología y Laboratorio clínico. Santiago de Cali. Cali, Colombia. 79pp.
- Thorne, G. 1995.** Nutrient uptake from leaf sprays by crops. Field Crops Abstract 8: 147-152.
- Turan, M. and C. Köse. 2004.** Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science 54(4): 213–220.
- USAID, 2006.** Boletín técnico de producción: el uso agrícola de la melaza. La Lima, Cortes, Honduras. 1pp.
- Vaughan, D., Malcom, R.E.1985.** Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcom, R.E. (Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff/ Junk W, Dordrecht, The Netherlands, pp. 37–76.
- Verberne Mc, R Verpoorte, Jf Bol, J Mercado Blanco & Hj Linthorst. 2000.** Overproduction of salicylic acid in plants by bacterial transgenes enhances pathogen resistance. Nature Biotechnology 18: 779-783.
- Verkleij, F. N. 1992.** Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. Biological Agriculture and Horticulture. 8(4):309-324.

- Wildermuth Mc, J Dewdney, G Wu & Fm Ausubel. 2001.** Isochorismate synthase is required to synthesize salicylic acid for plant defense. *Nature* 414: 562-565.
- Yael Vento Oliva. 2011.** Instructivo técnico para el cultivo de la fresa, primera edición. Pp. 7-9.
- Yates lii, L. M., Von Wandruszka, R. 1999.** Effects of pH and metals on the surface tension of aqueous humic materials. *Soil Science of America Journal*. Vol. 63, No. 6.
- Zhang, X. and R. E. Schmidt. 2000.** Hormone-containing products impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. *Crop Science*. 40(5):1344-1349.
- Zhang, X., E. H. Ervin, and R. E. Schmth. 2003.** Regulators can enhance the recovery of Kentucky bluegrass sod from heat injury. *Crop Science*. 43(3):952–956.