

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Aspersión Foliar de Ácidos Orgánicos y Diferentes Niveles de Abatimiento en la Humedad del Sustrato Sobre el Crecimiento y Calidad de la Fresa

Por:

ROMÁN HERNÁNDEZ GARCÍA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Aspersión Foliar de Ácidos Orgánicos y Diferentes Niveles de Abatimiento en la
Humedad del Sustrato Sobre el Crecimiento y Calidad de la Fresa

Por:


ROMÁN HERNÁNDEZ GARCÍA

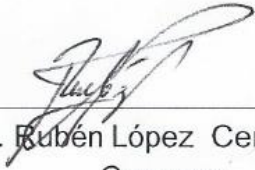
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

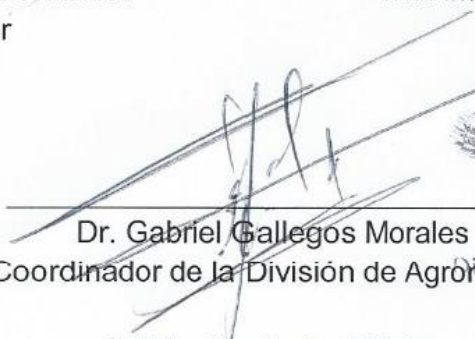
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría


Dr. José Antonio González Fuentes
Asesor Principal


Dr. Rubén López Cervantes
Coasesor


Dr. Armando Hernández Pérez
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2017

AGRADECIMIENTOS

Después de tanto tiempo, desvelos y esfuerzo, hoy por fin llega ese gran día tan importante en mi vida: Como dijo Pablo Neruda “Si no escalas la montaña, jamás podrás disfrutar del paisaje”. Ante todo, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible mi llegada a esta meta. **A Dios** Por haberme dado salud, fe y sabiduría para poder lograr una etapa más en mi vida. **A ti mama**, a ti te lo debo todo, gracias **por** darme la vida, por creer siempre en mí, por impulsarme y ayudarme a ser una mejor persona cada día, por haberme sacado a delante a pesar de las adversidades, por todo tu amor infinito e incondicional, gracias por ser mi ángel de la guarda mami. **A mis hermanos** Juan y Ramiro muchas gracias por su compañerismo, apoyo y comprensión a lo largo de este camino, así como también quiero agradecer a mis cuñadas Martha y Dariela por la amistad brindada y sobre todo por ser unas excelentes mamás de mis sobrinos tan carismáticos que los quiero mucho Iker, Matías y Valeria. **A mi abuelita** Toña y también a mis tíos, sus esposas e hijos: Evaristo, Noé, Reme, Marcos, Belén y Fabiola muchas gracias por todas las alegrías compartidas. Quisiera agradecer especialmente al filántropo Saltilense **Don Antonio Narro Rodríguez** por ser tan bondadoso y heredar su valioso legado para la creación de una escuela de agricultura fundamentalmente para jóvenes de escasos recursos, Muchas gracias don Antonio Narro. A mi alma mater la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** Por haberme dado la oportunidad de pertenecer a ésta tan prestigiosa casa de estudios, por haberme brindado los conocimientos y habilidades necesarias para enfrentar los retos que hoy se me presentan, por haber sido mi hogar durante esta grandiosa etapa en mi vida. “Por siempre recordare con nostalgia y alegría aquellos momentos vividos aquí mi escuela querida, y por siempre con orgullo y con respeto llevare tu escudo a un costado de mi pecho”, “Viva la Narro”. Con respeto y admiración al **Dr. José Antonio Gonzales Fuentes** Por su confianza, paciencia y ayuda para la realización de este proyecto de tesis, así como sus conocimientos brindados a lo largo de mi formación académica. **Al Dr. Rubén López Cervantes y Dr. Armando Hernández Pérez muchísimas** gracias por brindarme su valioso tiempo y dedicación para la revisión de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño quiero dedicar esta tesis exclusivamente a la **Loli García** la persona que más amo y admiro en esta vida. Gracias mami hermosa por apoyarme y amarme día a día, gracias mami bella por esa fortaleza y valentía para sacarme adelante a pesar de las circunstancias de la vida. Gracias mami bella por haber tomado el rol de ser madre y padre a la vez, Gracias por todo tu esfuerzo y sacrificio, porque siempre has puesto mis necesidades por encima de las tuyas, gracias mami linda por ser mi súper heroína, por ser mi maestra de la vida, mi doctora, mi consejera pero sobre todo porque siempre has sido mi mejor amiga, gracias por enseñarme a ser una persona independiente y por demostrarme que no todo en la vida es fácil pero que con esfuerzo, fe y perseverancia todo es posible.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivo específico.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del cultivo de la fresa.....	4
Estrés en plantas	4
Tipos de estrés.....	5
El agua en las plantas.....	5
Estrés hídrico.....	5
Ácido Salicílico.....	6
Aminoácidos.....	7
Gobernadora.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Localización del experimento.....	9
Descripción del área experimental.....	9
Metodología.....	9
Tratamientos.....	9
Variables evaluadas.....	12
Diseño estadístico.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
Diámetro de pedúnculo.....	14
Longitud de pedúnculo.....	15
Diámetro polar.....	17
Diámetro ecuatorial.....	19
Firmeza.....	20
Peso del fruto.....	22
Solidos solubles totales (°Brix).....	24
CONCLUSION.....	26
LITERATURA CITADA.....	27

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tratamientos adicionados a fresa cv. San Andreas.....	11
Cuadro 2. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable diámetro de pedúnculo (DP).....	14
Cuadro 3. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable longitud de pedúnculo (LP).....	16
Cuadro 4. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable diámetro polar (DP).....	18
Cuadro 5. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable diámetro ecuatorial (DE).....	19
Cuadro 6. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable firmeza.....	21
Cuadro 7. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable peso de fruto (PF).....	23
Cuadro 8. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento en la humedad del sustrato en la variable Solidos solubles totales (°Brix).....	25

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue estudiar el efecto de 3 ácidos orgánicos y cuatro diferentes niveles de abatimiento de humedad en el sustrato sobre el crecimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa*). El experimento se distribuyó de acuerdo a un diseño en bloques al azar con un arreglo factorial 4x4. Se aplicaron tres ácidos orgánicos a diferentes concentraciones en forma de aspersión foliar y un testigo al que únicamente se le asperjó agua, con 4 repeticiones por tratamiento; 10^{-8} M de ácido salicílico, 2 ml/l de aminoácidos y 100ml/l de extracto de gobernadora. Se aplicaron 4 diferentes frecuencias de riego como tratamientos las cuales consistieron en Capacidad de contenedor menos el 5%, 10%, 15% y 20% de abatimiento de humedad en el sustrato con 4 repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron diámetro de pedúnculo, longitud de pedúnculo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso de fruto, firmeza y sólidos solubles totales (° Brix). No hubo diferencia significativa entre la interacción de los ácidos orgánicos y los diferentes niveles de abatimiento de humedad en el sustrato, Sin embargo, la aplicación de ácido salicílico presentó los mejores resultados en todas las variables evaluadas en comparación con el testigo, el tratamiento de aminoácidos tuvo diferencia significativa únicamente para las variables diámetro ecuatorial, firmeza, peso de fruto y sólidos solubles totales (°Brix). Por otra parte, el abatimiento de humedad en el sustrato con 5% presentó los mejores resultados para todas las variables evaluadas, con excepción de la variable sólidos solubles totales (°Brix), siendo el tratamiento 20% de abatimiento de humedad el que presentó el mejor resultado para esta variable.

Palabras clave: *Fragaria x ananassa*, Ácidos Orgánicos, humedad del sustrato.

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) es un cultivo importante en México del cual se producen anualmente aproximadamente 379,463.88 ton de fruta y en su mayoría se exportada a EE. UU (Borris, 2012). Durante el 2014, la superficie plantada fue de 9,966 mil ha y una producción de 458 mil toneladas, siendo Michoacán, Baja California y Guanajuato los estados que aportan el 90 % de la producción nacional (SAGARPA-SIAP, 2016).

La fresa es una de las frutas más populares y con mayor demanda a nivel mundial. La calidad sensorial de la fresa está basada principalmente en su apariencia (tamaño, forma, color, entre otros) y el balance apropiado de compuestos volátiles y no volátiles presentes en el fruto; de estos últimos, los carbohidratos, aminoácidos y los ácidos orgánicos son considerados como los compuestos responsables del sabor y además son precursores de los compuestos que denotan el aroma en la fresa (Shamaila *et al.*, 1992; Zabetakis y Holden, 1997).

Por otra parte, el riego se debe realizar de forma óptima en el cultivo de fresa debido a que este cultivo es sensible al déficit hídrico (Hanson y Bendixen, 2004), viéndose afectado fuertemente el crecimiento de las plantas y la producción (Krüger *et al.*, 1999), asimismo, las condiciones de exceso de agua también son perjudiciales para el crecimiento de la planta, el estado fitosanitario y el rendimiento (Kirnak *et al.*, 2003). Mediante la regulación del riego se logra un balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, ya que un exceso de vigor en las plantas tiene efectos negativos sobre la composición química de algunos frutos, como en el caso de la vid (Dry *et al.*, 2001).

La aplicación del ácido salicílico (AS) en plantas, favorece el proceso de enraizamiento en frijol (Basu *et al.*, 1969) y el cierre estomático (Larqué-Saavedra, 1978, 1979). Entre otros reportes en los que se menciona que las aplicaciones de AS afectan positivamente varios procesos fisiológicos, resaltan los relacionados con plantas bajo condiciones de estrés, como sequía (Horvath *et al.*, 2007; Tasgn

et al., 2003; Singh y Usha, 2003) fitotoxicidad (Metwally *et al.*, 2003) y bajas temperaturas (Janda *et al.*, 1999; Farooq *et al.*, 2008).

La capacidad de los aminoácidos para incrementar la producción de los cultivos, está asociada a su efecto bioestimulante en plantas desarrolladas bajo diferentes condiciones de estrés tanto biótico como abiótico (Mani y Bertucci, 1999; Heuer, 2003). Existen reportes en la literatura que afirman que ciertos aminoácidos y otros compuestos nitrogenados presentes de forma natural en las plantas, intervienen en la regulación endógena del crecimiento y desarrollo vegetal, particularmente cuando éstas están sometidas a algún tipo de estrés. Según estos reportes, los aminoácidos exógenos pueden ser absorbidos e incorporados por las plantas tanto por la vía radical como por la foliar e integrarse así al metabolismo vegetal (Atlántica Agrícola, 1995). Estudios realizados en el Valle de Samacá, Boyacá, indican que aplicaciones foliares de 2,5 ml·L⁻¹ de un producto hecho a base de aminoácidos libres, efectuadas a los 45, 60 y 90 días después del trasplante, incrementaron el rendimiento en 11,2 t·ha⁻¹ (37%) con respecto al testigo (Arias *et al.*, 2001).

Debido a la escasez de agua que cada vez va en aumento se tiene la necesidad de hacer un uso eficiente de ésta, y a investigar hasta que nivel de déficit hídrico la planta de fresa puede llegar a tolerar, además de investigar si la aplicación de diferentes ácidos orgánicos puede ayudar a la planta a tolerar el estrés hídrico.

OBJETIVOS

General

Determinar el efecto de los ácidos orgánicos y los niveles de abatimiento en la humedad del sustrato sobre el crecimiento y calidad de la fresa cv. San Andreas.

Específico

Determinar el efecto del mejor ácido orgánico sobre el crecimiento y calidad de la fresa cv. San Andreas.

Determinar el nivel óptimo del porcentaje de abatimiento de humedad del sustrato sobre el crecimiento y calidad de la fresa cv. San Andreas.

Determinar la interacción de diferentes niveles de abatimiento en la humedad del sustrato y la aplicación de diferentes ácidos orgánicos sobre el crecimiento y calidad de la fresa.

HIPÓTESIS

Diferentes niveles de agotamiento en la humedad del sustrato, así como la aplicación foliar de ácidos orgánicos influirán en la calidad y crecimiento de la fresa.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de la Fresa

La fresa es una planta dicotiledónea del género *Fragaria* (*Fragaria* spp., del latín *fragans*, oloroso).

Su taxonomía completa es:

- Reino: *Plantae*,
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Subclase: *Rosidae*
- Superorden: *Rosanae*
- Orden: *Rosales*
- Familia: *Rosaceae*
- Subfamilia: *Rosoideae*
- Tribu: *Potentilleae*
- Subtribu: *Fragariinae*,
- Género: *Fragaria*.

En la actualidad la fresa más comercializada (*Fragaria ananassa* Duch.) es un híbrido octaploide, producto de la cruce entre *F. virginiana* D. proveniente de sotobosques y *F. chiloensis* L. originaria de playas y ambientes luminosos. Especies progenitoras de ambientes tan disímiles le confieren alta variabilidad y capacidad de adaptación (Larson, 1994).

Estrés en las plantas

El concepto de estrés proviene de la física, es la fuerza que actúa sobre un cuerpo. El cuerpo responde con una reacción, proporcional a la fuerza con la que se ha actuado sobre él. La reacción de respuesta es una tensión. En biología, el estrés sería un factor externo que afecta negativamente a un organismo. Por lo tanto, la definición biofísica de estrés, involucra una fuerza ejercida sobre un objeto, en relación con el área sobre la cual se aplica (es decir, posee un significado equivalente al de presión). Teniendo en cuenta estos conceptos, el término estrés en el marco de la fisiología vegetal, refleja la magnitud de presión ambiental, que obliga el cambio en la fisiología de una planta (Montoliu, 2010).

Tipos de estrés

Existen varias clasificaciones de los factores de estrés. En general, estos pueden estar clasificados como estrés biótico y estrés abiótico (Azcón-Bieto y Talón, 2008). El estrés biótico es causado por la acción de otros organismos vivos como son: animales plantas, microorganismos y otros agentes fitopatógenos como los virus y viroides. El estrés abiótico dependiendo del agente causal, se divide en físicos y químicos. Entre los factores físicos se pueden mencionar el estrés por déficit o exceso de agua, temperaturas extremas, salinidad y radiación UV. Entre los factores químicos destacan la contaminación atmosférica por metales pesados, toxinas, salinidad (en su componente iónico o tóxico) y carencia de elementos minerales (Almudena, 2008).

El agua en las plantas

El agua es la molécula esencial para la vida; en las plantas constituye típicamente del 80 al 95% de la masa de los tejidos en crecimiento y desempeña varias funciones únicas. Es el solvente más abundante y mejor conocido y, como tal, permite el movimiento de moléculas dentro y entre las células. Debido a sus propiedades polares, tiene gran influencia en la estructura y la estabilidad de moléculas tales como proteínas, polisacáridos y otras (Kirkham, 2005).

Estrés hídrico

El estrés por déficit hídrico o por sequía se produce en las plantas en respuesta a un ambiente escaso en agua, en donde la tasa de transpiración excede a la toma de agua. El déficit hídrico no solo ocurre cuando hay poca agua en el ambiente, sino también por bajas temperaturas y por una elevada salinidad del suelo. Estas condiciones, capaces de inducir una disminución del agua disponible del citoplasma de las células, también se conocen como estrés osmótico (Levitt, 1980).

Las plantas a lo largo de su desarrollo experimentan algún grado de estrés por déficit hídrico. En los sistemas naturales, un déficit de agua puede ser el resultado

de bajas precipitaciones, baja capacidad de retención de agua del suelo, excesiva salinidad, temperaturas extremas frías o calientes, baja presión de vapor atmosférica o una combinación de estos factores (Nilsen y Orcutt, 1996).

Por otro lado, una tercera parte de la superficie del planeta se considera como árida o semiárida, mientras que la mayoría de la superficie restante está sujeta a períodos temporales de déficit hídrico. De esta manera, el agua constituye el principal factor limitante del crecimiento de las plantas en la tierra, actuando como una fuerza selectiva de primer grado para la evolución y distribución de las especies vegetales (Hanson y Hitz, 1982).

Las plantas también poseen mecanismos de aclimatación que se activan en respuesta a estrés hídrico (Nilsen y Orcutt, 1996). Cuando el déficit hídrico se desarrolla lentamente, se dan cambios en procesos de desarrollo que tienen varios efectos sobre el crecimiento. Uno de principal importancia es la limitación específica de la expansión foliar. Aunque el área foliar es importante, pues de ella depende la fotosíntesis, una rápida expansión foliar puede afectar negativamente la adaptación a la poca disponibilidad de agua. Otro proceso que se modifica es el crecimiento radicular. La disponibilidad de agua afecta la relación entre el crecimiento de la parte aérea y la raíz; la raíz continúa su desarrollo mientras que la parte aérea deja de crecer por causa del estrés. Así, las plantas son capaces de continuar el desarrollo de sus raíces en búsqueda de agua en zonas más profundas del suelo (Potters *et al.*, 2007; Shao *et al.*, 2008). Otro mecanismo de resistencia a nivel fisiológico es el cierre de estomas, ya que estos son los responsables de la mayor proporción de pérdida de agua en las plantas (Taiz y Zeiger, 2006).

Ácido salicílico

El ácido salicílico (AS) es muy conocido gracias al extenso uso clínico de las aspirinas o ácido acetilsalicílico. El nombre de ácido salicílico proviene de *Salix*, el árbol cuyas hojas y corteza, tradicionalmente se utilizan como cura para el dolor de cabeza y fiebre, Johann Buchner en 1828 aisló la salicina. En 1874 se inició la producción comercial de AS en Alemania, mientras que el nombre comercial de

aspirina, aplicado al ácido acetilsalicílico fue introducido en 1898 por Bayer Company (Raskin, 1992). El AS pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como fenólicos. En las plantas los compuestos fenólicos, relacionados con el llamado metabolismo secundario, están involucrados en gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. En particular diferentes estudios muestran la importancia de AS en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas. El AS se ha encontrado en todos los tejidos de las especies que han sido analizadas. Algunas especies de importancia económica como la soya, arroz y cebada contienen hasta $1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso fresco. En algunos casos su presencia afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Por ejemplo, AS reduce la síntesis de etileno y en algunas especies esto origina un retardo de la senescencia de flores o inducción de la floración (Martínez *et al.*, 2004).

En las plantas los compuestos fenólicos, relacionados con el llamado metabolismo secundario, están involucrados en gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. En particular, diferentes estudios muestran la importancia del ácido salicílico, en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas (Pineda, 2004).

El ácido salicílico se encuentra en todos los órganos de las plantas y juega papeles importantes en cuanto a crecimiento y procesos relacionados a la fotosíntesis, al mejorar la actividad de los cloroplastos, absorción y transporte de nutrientes, incrementar la actividad de enzimas antioxidantes, provocar cambios en la anatomía de las plantas e incrementar el rendimiento (Noreen *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2010).

Entre otros reportes en los que se menciona que las aplicaciones de AS afectan positivamente varios procesos fisiológicos, resaltan los relacionados con plantas bajo condiciones de estrés, como sequía (Horvath *et al.*, 2007).

Aminoácidos

Los aminoácidos por ser los componentes básicos de las proteínas intervienen en la formación de los tejidos de soporte, membranas de las células para llevar a cabo numerosos y vitales procesos internos de las plantas como son, fructificación, floración entre otros (Guerrero, 2006). Estos compuestos son los constituyentes de las proteínas. Se los conoce como aminoácidos y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácidoglutámico, glutamina, glicina. Histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilamina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina. Los aminoácidos sirven de materia prima en la obtención de otros productos celulares, como hormonas y pigmentos. Además, varios de estos aminoácidos son intermediarios fundamentales en el metabolismo celular (Trade, 2006). Los aminoácidos son subunidades moleculares que forman las proteínas. Las plantas sintetizan todos los aminoácidos a partir de sustancias más simples. Los requerimientos de aminoácidos por parte del vegetal, se extienden por todo su ciclo y desempeñan una importante función en la germinación, síntesis de proteína, en la formación de algunas fitohormonas como algunas auxinas, etileno, citoquininas, poliaminas, porfirinas, etc. Así como en la regulación del balance hídrico en las plantas cuando éstas están bajo situaciones de estrés y como moléculas quelatantes de cationes necesarios para el desarrollo del vegetal, entre otras funciones (Cervantés, 2008). Se ha observado que las plantas resisten estrés hídrico, cuando se les aplica aminoácidos (Taiz y Zeiger, 1998), e involucra respuestas fisiológicas, estructurales y modificaciones morfológicas a corto y largo plazo. Estos cambios ayudan a minimizar el estrés en la planta y a maximizar los usos de los recursos internos y externos (Alarcón, 2000).

Gobernadora (*Larrea tridentata*)

La gobernadora (*Larrea tridentata*), es un arbusto perenne de los desiertos Chihuahuense, Sonorense y Mojave de Norteamérica. Sus hojas contienen una espesa resina que se comporta como un antitranspirante debido a que forma una barrera que disminuye la transpiración. Los metabolitos secundarios de la resina (entre los que destacan fenoles, lignanos y flavonoides), son defensas bioquímicas para repeler la agresión de animales herbívoros, hongos y otros microorganismos, ya que no se conocen plagas, enfermedades o animales que ataquen esta planta (Lira-Saldivar *et al.*, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El presente experimento se llevó a cabo durante el periodo 2015-2016 en el invernadero de ornamentales que se encuentra en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista Saltillo, Coahuila México con las coordenadas 25°21'22.3" Latitud Norte y 101°02'06.68" Longitud Oeste de acuerdo con el meridiano de Greenwich y a 1763 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Metodología

Plántulas de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) variedad San Andreas fueron trasplantadas el 15 de junio en bolsas negras de polietileno para vivero con capacidad de 10 litros el medio de crecimiento que se utilizó como sustrato fue una mezcla de 70% perlita y 30% peat-moss. La nutrición de cultivo se llevó a cabo utilizando la solución nutritiva universal Steiner (Steiner, 1984).

Tratamientos

De acuerdo a las propiedades físicas del sustrato se diseñaron cuatro riegos que fueron empleados como tratamientos, los cuales fueron: Capacidad de campo menos el 5, 10, 15 y 20 por ciento de abatimiento en la humedad del sustrato (Cuadro 1).

Para esto se utilizó una báscula para pesar las macetas una vez que éstas se regaban y llegaban a su capacidad de contenedor, a los siguientes días posteriores se continuaba pesando las macetas y se proseguía a regar hasta que cada tratamiento llegaba a su abatimiento de humedad correspondiente.

Los tratamientos adicionales fueron ácido salicílico, Aminoácidos, extracto de gobernadora y testigo (Cuadro1). El ácido salicílico se aplicó a una concentración de 10^{-8} M, el aminoácido se aplicó a una concentración de 2 ml L^{-1} , la gobernadora se recolectó en el cerro que se encuentra en frente de la Universidad, para obtener el extracto primeramente se dejó secar la muestra por una semana y posteriormente se pesaron 100 g de gobernadora que se molieron utilizando un mortero y utilizando como solvente hidróxido de potasio a una concentración de 2 g L^{-1} una vez que se obtenía el extracto de gobernadora este se diluía en 1 L de agua listo para ser aplicado. El cuarto tratamiento sirvió como testigo aplicando únicamente agua. Los tratamientos se aplicaron cada 8 días desde la primera aplicación que fue el 26 de septiembre hasta el 27 de noviembre que fue la última aplicación.

La manera en que se llevó a cabo la aplicación fue de manera manual utilizando un atomizador de 500 ml para cada tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos adicionados a fresa cv. San Andreas.

Abatimiento en la humedad del sustrato	Ácidos Orgánicos
5%	Testigo
	Ácido salicílico
	Aminoácidos
	Gobernadora
10%	Testigo
	Ácido salicílico
	Aminoácidos
	Gobernadora
15%	Testigo
	Ácido salicílico
	Aminoácidos
	Gobernadora
20%	Testigo
	Ácido salicílico
	Aminoácidos
	Gobernadora

Variables evaluadas

Longitud de pedúnculo

Se utilizó un vernier para medir la longitud del pedúnculo de los frutos primarios y secundarios.

Diámetro de pedúnculo

Para la determinación del diámetro del pedúnculo se utilizó un vernier y se tomó la medida en la parte central del pedúnculo floral.

Tamaño

La medición se realizó con un vernier, y consistió en obtener los diámetros ecuatorial y polar de los frutos de fresa recién cosechados.

Peso de fruto

El peso unitario de los frutos de fresa se obtuvo por medio de una balanza digital y posteriormente se estimó el peso promedio.

Firmeza

La firmeza en el fruto se determinó con un penetrometro usando una punta de 3 mm y el valor se reportó en kg cm^{-2} .

Sólidos solubles totales

Para la determinación de los sólidos solubles totales (°Brix) se seleccionaron frutos completamente rojos para posteriormente extraerles el jugo y así obtener el índice de refracción mediante el uso de un refractómetro.

Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se distribuyó de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con un arreglo factorial 4x4; es decir cuatro niveles de riego y cuatro ácidos orgánicos con un total de 16 tratamientos y cuatro repeticiones. Esto dio como resultado un total de 64 plantas por todo el experimento. Los resultados se analizaron con el programa estadístico Statistical Analysis System versión 9.0, para la prueba de comparación de medias se realizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diámetro de pedúnculo (DP)

La variable diámetro de pedúnculo fue afectada por los ácidos orgánicos y los porcentajes de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo, la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 2). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico registraron mayor diámetro de pedúnculo igual a 3.68 cm en comparación con el testigo que tuvo el menor resultado igual a 2.28 cm. Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 5 % presentaron mayor diámetro de pedúnculo con un valor igual a 3.99 mm, pero el incremento del porcentaje de abatimiento (10, 15 y 20%) resultó en una disminución sobre el diámetro del pedúnculo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable diámetro de pedúnculo (DP). Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$.

Ácidos Orgánicos	DP (cm)
Sin aplicar	2.28 c
Ácido salicílico	3.68 a
Aminoácidos	3.10 b
Gobernadora	2.85 b
Riego	
5%	3.99 a
10%	3.11 b
15%	2.70 bc
20%	2.20 c
ANOVA Ácidos orgánicos	<.0001
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	19.47

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los resultados obtenidos con los ácidos orgánicos coinciden con los obtenidos por Villanueva *et al.* (2009) quienes al aplicar AS en plantas de crisantemo a concentraciones de 10^{-8} y 10^{-10} M mostraron incrementos en el diámetro del tallo en relación con el testigo. De igual manera Zaho *et al.* (1995) reportaron incrementos significativos en plantas de soya tratadas con AS teniendo tasas de crecimiento diario de 0.33 cm en comparación con el testigo que tuvo un valor de 0.21 cm. Dicho comportamiento se debe a que el AS fomenta la producción de ácido indolacético y de ácido naftalenacético, que son reportados como los principales reguladores de crecimiento vegetal (Salisbury y Ross, 1994). Los resultados obtenidos en plantas regadas con diferentes niveles de abatimiento en la humedad del sustrato concuerdan con los obtenidos por Deaquiz *et al.* (2014) quienes obtuvieron un mayor desarrollo de área foliar en plantas de fresa las cuales fueron sometidas a una mayor aplicación de agua. Por otro lado, Nuñez *et al.* (2005) encontraron una reducción en el área foliar y disminución del número de hojas en plantas de frijol cuando estas se desarrollaron en condiciones de déficit hídrico.

Como consecuencia del déficit hídrico, uno de los primeros efectos que se manifiestan en las hojas a nivel ecofisiológico es la reducción de la apertura estomática afectando la fotosíntesis y evitando la evapotranspiración Chaves *et al.* (2010), además se disminuye la turgencia y la expansión celular, por tal razón el crecimiento de las hojas se reduce afectando el área foliar. Igualmente, el bajo contenido de agua no solo limita el tamaño sino también el número de hojas originado por una disminución en la tasa de crecimiento del tallo (Taiz y Zeiger, 2006).

Longitud de pedúnculo (LP)

La variable longitud de pedúnculo fue afectada por los ácidos orgánicos y los porcentajes de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo, la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 3). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico registraron mayor longitud de pedúnculo igual a 19.25 cm en comparación con el testigo pues disminuyó la longitud de esta igual a 13.25 cm.

Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 5 % presentaron mayor longitud de pedúnculo con un valor igual a 19.94 cm, pero el incremento del porcentaje de abatimiento de humedad a 10, 15 y 20% resulta en una disminución sobre la longitud del pedúnculo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable longitud de pedúnculo (LP). Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tuckey $P \leq 0.05$.

Ácidos Orgánicos	LP (cm)
Sin aplicar	13.25 c
Ácido salicílico	19.25 a
Aminoácidos	14.19 b
Gobernadora	14.12b
Riego	
5%	19.94 a
10%	15.56 b
15%	13.31c
20%	12.00c
ANOVA Ácidos orgánicos	<.0001
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	14.12

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los ácidos orgánicos coinciden con los obtenidos por Flores-López *et al.* (2016) que al aplicar ácido salicílico a las concentraciones de 10^{-8} M tuvieron un efecto positivo al incrementar la altura de la planta en papa 43 cm en comparación con el testigo 38 cm.

Lo anterior puede explicarse porque el AS al ser una molécula de señalización e inocua (Mora-Herrera *et al.* (2011) Actúa como un regulador de crecimiento que acelera la división celular incrementando el rendimiento de los cultivos Botta-Ferret *et al.* (2012).

Los resultados obtenidos por los diferentes niveles de abatimiento en la humedad del sustrato concuerdan con Casierra-Posada *et al.* (2009) en el que encontraron que bajas láminas de riego generan reducción del área foliar en plantas de café. Esto debido a que según Galván-Tovar *et al.* (2003) la acumulación de masa fresca de corona y peciolos, y en especial la de hojas es más sensible al déficit hídrico que la de la raíz. Igualmente, mayores aplicaciones de agua hacen más eficiente el proceso de transporte de nutrientes a través del xilema y el floema.

Diámetro polar (DP)

La variable diámetro polar (DP) fue afectada por los ácidos orgánicos y por el porcentaje de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 4). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico registraron mayor diámetro polar igual a 3.16 cm en comparación con el testigo que se disminuyó a 2.64 cm. Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 5 % presentaron mayor diámetro polar con un valor igual a 3.22 cm, pero el incremento del porcentaje de abatimiento (10, 15 y 20%) resultó en una disminución en el diámetro del pedúnculo (cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable diámetro polar (DP). Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tuckey $P \leq 0.05$.

Ácidos Orgánicos	DP (cm)
Sin aplicar	4.63 b
Ácido salicílico	5.24 a
Aminoácidos	5.13 a
Gobernadora	4.94 ab
Riego	
5%	5.66 a
10%	5.38 a
15%	4.85b
20%	4.04 c
ANOVA Ácidos orgánicos	<.0009
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	8.40

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los resultados obtenidos por la aspersion de AS se asemejan con lo obtenido por Lopez *et al.* (1998) en las cuales tuvieron incrementos de 20% sobre la productividad de flores y frutos en trigo en las que se aplicaron dosis de 10^{-2} M de ácido acetil salicílico. Este hecho confirma lo reportado por Larqué *et al.* (2007) y Anchondo *et al.* (2011) quienes afirmaron que con la aspersion de AS en diversas plantas tales como fresa, tomate, pepino, zanahoria y papaya se incrementó su productividad. Los resultados obtenidos por los diferentes niveles de abatimiento de humedad en el sustrato coinciden con Deaquiz *et al* (2014) en el que con un coeficiente de riego de 1.4 alcanzaron la mayor masa seca de raíz y frutos con 12.95 y 2.9 g respectivamente mientras que obtuvieron los menores valores con el coeficiente de 0.8. Estos resultados encontrados pueden deberse a que con una mayor lamina de riego aplicada, las hojas, corona y peciolos reciben más agua y

nutrientes, aumentando su crecimiento y por ende presentando mayor reserva de fotoasimilados (Álvarez-Herrera *et al.* 2010).

Diámetro Ecuatorial (DE)

La variable diámetro ecuatorial (DE) fue afectada por los ácidos orgánicos y los porcentajes de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo, la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 5). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico y aminoácidos registraron mayor diámetro ecuatorial igual a 3.53 y 3,46 cm respectivamente. Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 5 % presentaron mayor diámetro ecuatorial con un valor igual a 3.93 cm, pero el incremento del porcentaje de abatimiento (10, 15 y 20%) resultó en una disminución en el diámetro ecuatorial (cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable diámetro ecuatorial (DE). Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tuckey $P \leq 0.05$.

Ácidos Orgánicos	DE (cm)
Sin aplicar	3.03 b
Ácido salicílico	3.53 a
Aminoácidos	3.46 a
Gobernadora	3.35 ab
Riego	
5%	3.93 a
10%	3.53 b
15%	3.18 c
20%	2.73 d
ANOVA Ácidos orgánicos	0.0011
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	10.60

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los resultados obtenidos con la aplicación de los ácidos orgánicos son parecidos a los reportados por Larqué-Saavedra *et al.* (2010) en el cual se incrementó un 14.8 % la altura de plántulas de tomate al haber hecho aplicaciones de 10^{-6} M de AS. Los efectos del AS se han reflejado también en aumento en la producción de biomasa en soya y pino (san Miguel *et al.* 2003). Los diferentes niveles abatimiento en la humedad del sustrato influyo, esto concuerdan con Quesada, (2014) en investigaciones en plantas de chile en el que hubo un aumento consistente en la fruta de rechazo y una disminución gradual en los frutos de primera y segunda conforme decreció el suministro de agua. Una de las principales razones por las que se puede presentar fruta de rechazo, es por un nivel deficiente de humedad en el sustrato Metin *et al.* (2006). Por otra parte, el bajo contenido de agua disminuye los procesos de fotosíntesis, además de que el transporte de nutrientes minerales es menos eficiente a través de los haces vasculares de la planta (Prieto *et al* 2010).

Firmeza

La variable firmeza fue afectada por los ácidos orgánicos y los porcentajes de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo, la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 6). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico, aminoácidos y gobernadora registraron mayor firmeza igual a 0.83, 0.81, 0.80 kg cm⁻² respectivamente, en comparación con el testigo registrando un valor de 0.77 kg cm⁻². Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 5 y 10 % presentaron mayor firmeza con un valor igual a 0.85 y 0.82 kg cm⁻² respectivamente, pero superior a estos porcentajes de abatimiento (15 y 20%) resulto en una disminución en la firmeza (cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable Firmeza. Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tuckey $P \leq 0.05$. CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia

Ácidos Orgánicos	Firmeza (Kg/cm ²)
Sin aplicar	0.77 b
Ácido salicílico	0.83 a
Aminoácidos	0.81 a
Gobernadora	0.80 a
Riego	
5%	0.85 a
10%	0.82 a
15%	0.78 b
20%	0.75 b
ANOVA Ácidos orgánicos	<.0001
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	3.96

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los resultados obtenidos con la aplicación de los ácidos orgánicos concuerdan con Vásquez et al. (2016) en el que al aplicar ácido salicílico a concentraciones de 0.05 Mm y 0.025 Mm obtuvieron los mayores valores en firmeza del fruto en tomate 11.18 y 10.72 N respectivamente. En este sentido Shafiee *et al.* (2010) Indicaron que el ácido salicílico disminuye el ablandamiento de los frutos, ya que el AS provoca una menor producción de etileno Wang *et al.* (2011), inhibiendo la acción de las enzimas responsables de la degradación de la pared celular, Asghari y Aghdaman, (2010) señalan que permite mantener la integridad de las membranas y paredes celulares por más tiempo Quintero *et al.* (2013), retardando la maduración de los frutos (Valero *et al.* 2013). Por otro lado, la aplicación de

aminoácidos también mostro resultados superiores en comparación con el testigo, esto concuerda con Serna-Rodríguez *et al.* (2011) en el que al aplicar ácido glutámico a concentraciones de 5 g L⁻¹ obtuvieron resultados superiores para peso de fruto en tomate 4055.7 g en comparación con el testigo que tuvo 3306.5 g. Este efecto probablemente se deba a que parte del glutamato aplicado se haya trasladado hacia la raíz y allí la enzima glutamina sintetasa asimilara más nitrógeno amoniacal que sirvió para la síntesis de compuestos nitrogenados en el fruto como las proteínas, tiamina, rivoftamina, niacina y vitamina B₆ (Jones, 1999).

Los resultados obtenidos diferentes niveles abatimiento en la humedad del sustrato concuerdan con lo que reporta Quesada, (2014) en el que explica que el fruto es un órgano altamente demandante de agua y cuando se presenta un estrés hídrico, con frecuencia aparecen problemas como deformaciones, lesiones en la pared del fruto por deshidratación y pudrición apical.

Peso de fruto (PF)

La variable peso de fruto (PF) fue afectada por los ácidos orgánicos y los porcentajes de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 7). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico, aminoácidos y gobernadora registraron mayor Peso de fruto (PF) igual a 30.19, 29.01, 27.14 g respectivamente, en comparación con el testigo 23.04 g.

Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 5 % presentaron mayor peso de fruto con un valor igual a 34.78 g, pero el incremento del porcentaje de abatimiento (10, 15 y 20%) resulto en una disminución en el peso de fruto (cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable peso de fruto (PF). Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tuckey $P \leq 0.05$.

Ácidos Orgánicos	PF (g)
Sin aplicar	23.04 b
Ácido salicílico	30.19 a
Aminoácidos	29.01 a
Gobernadora	27.14 a
Riego	
5%	34.78 a
10%	28.74 b
15%	25.16 c
20%	20.70 d
ANOVA Ácidos orgánicos	<.0001
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	12.62

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los resultados obtenidos por los ácidos orgánicos concuerdan con Vásquez *et al.* (2016) pues estos autores indican que las aplicaciones de 0.1 Mm de Ácido salicílico promovieron la producción de frutos más pesados en tomate 175.9 g en comparación con el testigo 130.8 g. Por otro lado, la aplicación de aminoácido también causó un efecto positivo en comparación con el testigo, estos valores son similares a los obtenidos por Cruz *et al.* (2005) quienes trabajaron en plantas de trigo. Esto posiblemente se deba a que el glutamato tiene varias funciones en la planta como la asimilación del amonio (Gonnet y Diaz. 2000).

Los resultados obtenidos por los diferentes niveles abatimiento en la humedad del sustrato son semejantes a los obtenidos por Quesada, (2014) en el que el peso de fruto de chile fue decreciendo conforme mayor fue el estrés hídrico

teniendo el mayor peso de fruto el testigo 114.8 g que fue al que se le aplicó un riego completo en comparación con el tratamiento 30% de pérdida de humedad que obtuvo un peso de 97.3 g. De acuerdo a lo anterior se destaca la importancia del adecuado manejo de agua debido a que se ha reportado que el déficit hídrico reduce el rendimiento de fruto Katerji *et al.* (1993) y puede llegar a afectar su valor comercial (Khah *et al.* 2007).

Sólidos solubles totales (°Brix)

La variable Sólidos solubles totales (°Brix) fue afectada por los ácidos orgánicos y los porcentajes de abatimiento de humedad del sustrato, sin embargo la interacción de ambos factores no influyó en esta variable (Cuadro 7). Las plantas que fueron tratadas con ácido salicílico y aminoácidos registraron mayores resultados en la variable sólidos solubles totales iguales a 9.71 y 9.59 °Brix respectivamente, en comparación con el testigo 8.10 °Brix.

Las plantas tratadas con un abatimiento de humedad del sustrato al 15 y 20 % presentaron los mejores resultados en los sólidos solubles totales con un valor igual a 9.96 y 9.05 °Brix respectivamente, por otra parte, los menores porcentajes de abatimiento (5,10%) presentaron en una disminución en los sólidos solubles totales (cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la aplicación de ácidos orgánicos y diferentes porcentajes de abatimiento de humedad en el sustrato sobre la variable sólidos solubles totales (SST). Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tuckey $P \leq 0.05$.

Ácidos Orgánicos	SST (°Brix)
Sin aplicar	8.10 b
Ácido salicílico	9.71 a
Aminoácidos	9.59 a
Gobernadora	8.47 b
Riego	
5%	8.22 b
10%	8.64 b
15%	9.05 ab
20%	9.96 a
ANOVA Ácidos orgánicos	<.0001
ANOVA Riego	<.0001
Interacción	NS
CV (%)	8.76

CV: Coeficiente de variación, NS: No significancia; ANOVA: Análisis de Varianza; Interacción: ácidos orgánicos x niveles de abatimiento de humedad.

Los resultados obtenidos por la aspersion de los ácidos orgánicos fueron similares a los resultados reportados por Vásquez *et al.* (2016) quienes al aplicar concentraciones de 0.4 Mm de Ácido salicílico provocaron un aumento significativo en la acumulación de los SST en frutos de tomate 5.75 °Brix en comparación con el testigo 4.0 °Brix. Chen *et al.* (2016) Indicaron que el incremento en SST en los frutos puede atribuirse a que el AS incrementa la actividad fotosintética y por ende una mayor disponibilidad de translocación de fotoasimilados al fruto Ahmad *et al.* (2013) lo que incrementa los SST. Mientras que los obtenidos por los diferentes niveles abatimiento en la humedad del sustrato son contrarios a los obtenidos por Deaquiz *et al.* (2014) donde los valores de SST disminuyeron a medida que disminuyo la lámina de riego aplicada. Respecto a lo encontrado en el presente estudio, Alvarez-Herrera *et al.* (2011) afirman que la aplicación de una mayor cantidad de agua disminuye la cantidad de °Brix, debido a que la concentración de los azúcares se ve diluida por el mayor contenido de agua que presentan los frutos.

CONCLUSIÓN

El ácido salicílico, causo efecto positivo en todas las variables medidas en la fresa. Mientras que el menor porcentaje de abatimiento de humedad en el sustrato también presento los mayores valores para las variables medidas a excepción de grados Brix, siendo el mayor porcentaje de abatimiento de humedad en el sustrato el tratamiento que presento mayor resultado para ésta variable.

LITERATURA CITADA

- Alarcon, A.L. 2000.** Tecnología para cultivos de alto rendimiento. Novedades agrícolas S.A Torres Pacheco (Murcia). 1º edición. Pp: 175-186.
- Almudena, M.V. 2008.** Respuesta fisiológica de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Tesis Doctoral. Universidad JAUME I. Castellon de la plana, junio del 2010.
- Álvarez-Herrera, J.G., W. Balaguera-López, J. Merchán, J. Veloza y J. López. 2011.** Láminas de riego y calidad de agua en la solución de problemas de salinidad en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Rev. Colomb. Cienc. Hortic. 5, 57-68.
- Álvarez-Herrera, J.G., H.E. Balaguera-López y E. Chacón. 2010.** Efecto de la aplicación de diversas láminas y frecuencias de riego en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). Ingen. Invest. 30(1), 86-90.
- Asghari, M. and Aghdam, M. S. 2010.** Impact of salicylic acid on postharvest physiology of horticultural crops. Trends Food Sci. Technol. 21:502-509.
- Azcon- Bieto, J., Talon, M. 2008.** Fundamentos de fisiología vegetal. Capítulo 29: Fisiología de las plantas y el estrés (2nd ed.) Interamericana – McGraw Hill, Madrid, pp. 577-579.
- Botta-Ferret, E., Almaguel- Rojas, L., Franco- Domínguez, I., Díaz- Finalé, Y. 2012.** Evaluación de la acción de diferentes fitorreguladores sobre las poblaciones de *Steneotarsonemus spinki* Smiley en dos variedades comerciales de arroz. Fitosanidad. 12:109-116.
- Casierra-Posada, F., P. Sánchez, J. Castaño y R. Viasús. 2009.** Identificación de la cantidad y frecuencia óptimas de riego para almácigos de café (*Coffea arabica* var. Castillo) en la subestación experimental de Cenicafé, Santander. Cienc. Agric. 7(2), 41-52.
- Cervantes, M. 2008.** Fisiología Veghetal, cultivos ornamentales, Barcelona (España) AEDOS. Pp: 66-77.
- Chaves, M.M., O. Zarrouk, R. Francisco, J.M. Costa, T. Santos, A.P. Regalado y M.L. Rodríguez. 2010.** Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. Ann. Bot. 105(5), 661- 676.

Chen, Y. E., Cui, J. M., Li, G. X., Yuan, M., Zhang, Z. W., Yuan, S. and Zhang, H. Y. 2016. Effect of salicylic acid on the antioxidant system and photosystem II in wheat seedlings. *Biol. Plantarum*. 60:139-147.

Cruz Flores G., Flores Román D., Alcántar González G., Trinidad-Santos A. 2005. Fosfatasa ácida, nitrato reductasa, glutamina sintetasa y eficiencia de uso de fósforo y nitrógeno en cereales. *Terra Latinoamericana* 23 4: 457-468.

Deaquiz, Y. A., Álvares-Herrera, J., Pinzón-Gómez, L. 2014. Efecto de diferentes láminas de riego sobre la producción y calidad de fresa (*Fragaria* sp.). *Revista colombiana de ciencias hortícolas* 8(2):192-205.

Flores-López, R., Martínez-Gutiérrez, R., López-Delgado, H., Marín-Casimiro, M. 2016. Aplicación periódica de bajas concentraciones de paclobutrazol y ácido salicílico en papa en invernadero. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas* 7(5): 1143-1154.

Galván-Tovar, M., J.K. Shibata, A. García-Esteva, P. Yañez, E. Martínez y L. Ruiz. 2003. Déficit hídrico en planta, acumulación de biomasa y área foliar en tres etapas vegetativas en frijol común. *Agric. Técn. México* 29(2), 101-111.

Gonnet S.; Díaz P. 2000. Glutamine synthetase and glutamate synthase activities in relation to nitrogen fixation in *Lotus* spp. *R. Bras. Fisiol. Veg.* 12(3): 195-202.

Guerrero C. A. H. 2006. Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de Proteas (*Leucadendro* sp.) Var. Safari Sunfet. Tesis de Licenciatura U.T.N. Ibarra-Ecuador.

Hanson, A.D. y W.D. Hitz. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33, 163-203.

Horvath, E.; Pál, M.; Salía, G.; Páldi, W.; Janda T. 2007. Exogenous 4-hydroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short-term drought and freezing stress on wheat plants. *Biol. Plant.* 51: 480-487.

Jones, J. B. JR. 1999. Tomato Plant Culture: in the Field, Greenhouse, and Home Garden. CRC Press. 199p.

Katerji, N., M, Mastrorilli., A Hamdy. 1993. Effects of water stress at different growth stages on pepper yield. *Acta Hort.* 335:165-171.

Khah, E., K, Koukoufikis., A, Mavromatis., D, Chachalis., C, Goulas. 2007. The effect of different techniques on plant performance and seed quality in relation to fruit maturation and storage of different genotypes of pepper (*Capsicum annum* var. *annuum* L.). *J. Food Agric. Environ.* 5:159-163.

Khan, N., Syeed, S., Masood, N., Nazar, R., and Iqbal, N. 2010. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *International Journal of Plant Biology*, 1:4081

Kirkham, M.B. 2005. Principles of soil and plant water relations. Elsevier Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.

Larqué-Saavedra, A. and Martín-Mex, R. 2007. Effects of salicylic acid on the bioproductivity of plants. *In*: Hayat, S. and Ahmad, A. (Eds.). Salicylic acid a plant hormone. Springer. Dordrecht, The Netherlands. 401 p.

Larson, K.D. 1994. Strawberry *In*: Schaffer, B., Andersen, P. (Eds.), Handbook of environmental physiology of fruit crops. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 271-297.

Lira-Saldívar, R.H., Sanchez, M.R., Gamboa, R., Jasso, D., Rodríguez, R., 2003. "Fungitoxic effect of Larrea tridentata resin extracts from the Chihuahua and Sonora deserts on *Alternaria solani*". *Agrochimica*, 47: 50-60.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, New York, NY.

López, H. A., Jimenez, M. y Scott, I. 1998. Storage of potato microplants in vitro in the presence of acetylsalicylic acid. *Plant Cell. Tissue Organ Culture*. 54:145-152.

Martinez, C. Pons, E. Prats, G. and Leon J. 2004. Salicylic acid regulates flowering time and links defense responses and reproductive development. *Plant Journal* 37: 209-17.

Metin Sezen S., Yazar A., Eker S. 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agriculture Water Management* 81:115-131.

Montoliu, V, A. 2010. Tesis Doctoral. Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Castellón de la plata.

Mora-Herrera, M. E., Peralta-Velázquez, J., López-Delgado, H. A., García-Velasco, R. and González-Díaz, J. G. 2011. Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. *Rev. Chapingo Ser. Horticultura*. 17:73-81.

Nilsen, E.T. y D.M. Orcutt. 1996. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. John Wiley and Sons, New York, NY.

Noreen, S. and Ashraf, M. 2009. Assessment of variation in antioxidative defense system in salt treated pea (*Pisum sativum*) and its putative use as salinity tolerant markets. *Journal of Plant Physiology*.

Núñez, A., Hoogenboom, G., Nesmith, D. 2005. Drought stress and the distribution of vegetative and reproductive traits of a bean cultivar. *Sci. Agric.* 62(1), 18-22.

Pineda C.A. 2004. Evaluación del Ácido Salicílico, Ácido Benzoico y Quitosán en la Productividad y Calidad del Fruto en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Tesis Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN, pp: 17-20

Potters, G., T.P. Pasternak, Y. Guisez, K.J. Palme y M.A.K. Jansen. 2007. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble? *Trends Plant Sci.* 12(3), 99-105.

Prieto, J.A., E. Lebon y H. Ojeda. 2010. Respuesta estomática de variedades de vid al estado hídrico del suelo y al déficit de presión de vapor de agua. Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego, 11-13 agosto 2010, Mendoza, Argentina.

Quesada, G. 2014. Producción de chile dulce en invernadero bajo diferentes niveles de agotamiento en la humedad del sustrato. *Agronomía Costarricense* 39(1), 25-36.

Quintero, G. V.; Herrera, J. Á. and Sanabria, O. A. 2013. Efecto de la aplicación de giberelinas y 6-bencilaminopurina en la producción y calidad de fresa (*Fragaria x Ananassa* Duch.). *Bioagro* 25:195-200.

Raskin, J., 1992. Role of salicylic acid in plants. *Ann. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol.*, 43: 439-463.

SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. 1994. *Fisiología Vegetal*. Traducido por González, V. V. Edit. Iberoamérica, México. pp: 363-365.

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

Serna-Rodríguez, J., Castro-Brindis, R., Colinas-León, T., Sahagún – Castellanos, J., Rodríguez-Pérez, J. 2011. Aplicación foliar de ácido glutámico en plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Revista Chapingo serie horticultura* 17(1): 9-13.

Shafiee, M., Taghavi, T. S. and Babalar, M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Sci. Hortic.* 124:40-45.

Shao, H.B., L.Y. Chu, C.A. Jaleel y C.X. Zhao. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *C.R. Biol.* 331, 215-225.

Taiz, L., Zaiger, E. 1998. *Plant Physiology.* Redwood City, California, Benjamin/Cummings. 559p.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. *Plant physiology.* 4th ed. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, MA.

Trade, Mck. 2006. Monografía de la respuesta del clavel a la aplicación de Crop Star. Pp: 4

Valero, D.; Castillo, S.; Díaz, M.; Huertas, M.; Martínez, R. D.; Serrano, M.; Valverde, J. M. y Zapata, P. 2013. Un nuevo tratamiento post-recolección con ácido salicílico que mantiene la calidad de las ciruelas "Angeleno". *Horticultura.* 309:76-81.

Vázquez, D., L. Salas., P. Preciado., M. Segura., J, Gonzáles-Fuentes., J. Valenzuela-García. 2016. Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas* 17, 3405-3414.

Villanueva-Couoh, E., Alcántar-González, G., Sánchez-García, P., Soria-Fregoso, M., Laque-Saavedra, A. 2009. Efecto del Ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de (*Chrysanthemum morifolium*) en Yucatán. *Revista Chapingo Serie horticultura* 15(2):25-31.

Wang, Y. Y.; Li, B. Q.; Qin, G. Z.; Li, L. and Tian, S. P. 2011. Defense response of tomato fruit at different maturity stages to salicylic acid and ethephon. *Sci. Hortic.* 129:183-188.

ZHAO, H. J., Lin, X. W., SHI, H. Z., CHANG, S. M. 1995. The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. *Acta Agronómica Sinica.* 21: 351-355.