

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA DEL SUELO**



Respuesta de la Calidad de la Zarzamora a la Adición de Dos  
Compuestos Orgánicos y Uno Orgánico-mineral

Por:

**HUGO LEONARDO RODRÍGUEZ GÁLVEZ**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Respuesta de la Calidad de la Zarzamora a la Adición de Dos  
Compuestos Orgánicos y Uno Orgáno-Mineral

Por


**HUGO LEONARDO RODRÍGUEZ GÁLVEZ**


TESIS

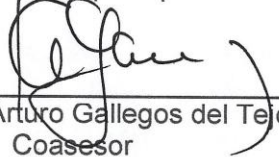
Que se somete a la consideración del H. jurado examinador como  
requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

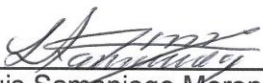
Aprobada por:


  
\_\_\_\_\_  
Dr. Rubén López Cervantes  
Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edmundo Peña Cervantes  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Arturo Gallegos del Tejo  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
MC. Fidel M. Peña Ramos  
Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Luis Samaniego Moreno  
Coordinador de la División de Ingeniería

  
Coordinación de la División  
de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México, Diciembre 2017

## **DEDICATORIAS**

Esta tesis la dedico con todo mi amor y cariño, a ti **DIOS** por haberme guiado por el camino del bien por darme la oportunidad de vivir, haberme protegido y ayudado para que ningun obstaculo truncara este logro que antes era un sueño, pero ahora gracias a ti, es una realidad.

### **A MIS PADRES**

Sr. Hugo Alejandro Rodriguez Montesinos, Sra. Marisol Galvez Durante con el cariño y aprecio ati madre por el apoyo, ternura amor y comprension que siempre me distes, ati padre por tus sabios consejos y la confianza que me brindastes a ustedes que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí. Hemos pasado momentos dificiles, pero siempre han estado apoyandome y brindandome todo su amor incondicional, inculcandome valores y dandome buenos ejemplos de vida, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado. Me he esforzado para ser una persona ejemplar, para que se sientan orgullosos de mí, es por eso que hoy les digo padres e cumplido, y desde hoy la responsabilidad es mia.

### **A MIS HERMANAS**

Yesenia alejandra, Sandra guadalupe, Maria de los angeles que de una u otra manera estuvieron ahí apoyandome, dandome consejos, motivandome para que pudiera seguir con este sueño. Tambien agradecerles por darme mis sobrinos Aarón, Rodrigo, Gabriel, Valentín, alexa y mi pequeña Génesis, tan hermosos que se encargaron de alegrarme los dias en mis vacaciones.

### **A MI NOVIA**

Marlin Martinez Nuñez por haberme apoyado siempre, por haberme dado amor, cariño, cuando mas lo necesite por sus consejos y comprension, por hacerme feliz cada dia que estuvimos juntos y enseñarme el significado del amor por haberme guiado por el camino correcto y haberme enseñado las cosas buenas de la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Adios por haberme dado sabiduria y entendimiento para poder concluir satisfactoriamente mis estudios, por estos años que he vivido durante mi periodo en la universidad gracias dios mio.

A la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por abrirme las puertas y formarme con excelentes profesores. Por enseñarme el valor de pertenecer a ella y llevar grabado en el corazón con mucho orgullo: *ALMA, TERRA, MATER.*

Al departamento de ciencias del suelo poa haberme brindado los conocimientos necesarios que me sran utiles en el ambito laboral del agro mexicano.

A mis PROFESORES que sin ellos esto no habria sido posible, por confiar en Mí, por tener la paciencia necesaria y apoyarme en momentos dificiles.

Al DR. Ruben Lopez Cervantes por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigacion, ademas del apoyo, confianza y tiempo en la elaboracion del documento.

Al Dr. Emilio rascon alvarado por haberme brindado su amistad incondicional , sin interes alguno.

A mis COMPAÑEROS gracias por el apoyo, por estar conmigo todo este tiempo donde hemos vivido momentos felices y tristes, aventuras y sobretodo por enseñarme el valor de la amistad.

A todas las PERSONAS que de uno u otro modo han colaborado para que esta Tesis sea una realidad, a la vez que han influido sobre mí, ayudandome a completar mi formación.

**¡MUCHAS GRACIAS!**

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVO ESPECIFICO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>5. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
5.1 Generalidades de la Zarzamora.....	4
5.2. Clasificación Taxonómica .....	5
5.3 Requerimientos Edafoclimáticos .....	6
5.4 Propiedades Nutricionales de la Zarzamora .....	7
<b>6. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>7. LABORES CULTURALES.....</b>	<b>9</b>
<b>8. LAS SUBSTANCIAS HÚMICAS (SH).....</b>	<b>11</b>
<b>9. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>14</b>
9.1 Ubicación del Experimento .....	14
9.2 Metodología.....	14
<b>10. RESULTADO Y DISCUSION .....</b>	<b>16</b>
10.1 Número de Frutos.....	16
10.2 Peso del Fruto .....	17
10.3 Longitud de Fruto y Diámetro Ecuatorial.....	18
10.4 Firmeza del Fruto.....	19
10.5 Solidos Solubles Totales.....	20

10.6 Potasio del Tejido Vegetal de Follaje .....	21
10.7 Magnesio del Tejido Vegetal del Follaje.....	22
10.8 Calcio del Tejido Vegetal del Follaje .....	23
10.9 Hierro del Tejido Vegetal del Follaje .....	24
10.10 Cobre del Tejido Vegetal del Follaje.....	25
10.11 Zinc del Tejido Vegetal del Follaje .....	26
<b>11. DISCUSION .....</b>	<b>27</b>
<b>12. CONCLUSION .....</b>	<b>28</b>
<b>13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>
<b>14. PAGINAS WEB.....</b>	<b>34</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Numero de Fruto de zarzamora, con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.....	16
Figura 2. Peso de Fruto de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral. ....	17
Figura 3. Longitud de fruto y Diámetro ecuatorial de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.....	18
Figura 4. Firmeza de fruto de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral. ....	19
Figura 5. Solidos solubles totales de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.....	20
Figura 6. Contenido de Potasio del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.....	21
Figura 7. Contenido de Magnesio del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.....	22
Figura 8. Contenido de Calcio del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.....	23
Figura 9. Contenido de Hierro del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.....	24
Figura 10. Contenido de Cobre del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.....	25
Figura11. Contenido de Zinc del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.....	26

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas del suelo empleado en el experimento.....	14
--	----

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar la respuesta de la calidad de la zarzamora, a la adición de dos compuestos orgánicos y uno orgánico-mineral, se trasplantaron en macetas de plástico que contenían 10 kg del horizonte Ap. de un suelo Calcisol, plántulas de la Variedad "Tupy" y se les adicionaron 6, 8 y 10 ml L<sup>-1</sup> de un ácido húmico (AH) y uno fúlvico (AF); además, un Fulvato de calcio (FCa) extraídos de Leonardita y como testigos una solución nutritiva al 50 y 100 % (SN50 y SN100). Estos compuestos fueron adicionados a los 5, 12, 19 y 26 días después de defoliar la planta. Las variables medidas al fruto fueron: número (NF), peso (PF), longitud (LF), diámetro ecuatorial (DE), firmeza (FI), sólidos solubles totales (°Brix-SST) y al tejido vegetal de follaje, en las etapas: vegetativa, floración y fructificación se determinó contenido de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn). Se encontró que, en el NF, DE, K, Mg, Fe y Cu, los AH y los AF realizaron efecto significativo, porque superaron a la SN en el rango de entre 25 y 117 % en estas variables; mientras que, en el PF, FI y SST, lo efectuó el FCa, en un rango de entre 8 y 67 % y la SN en la LF, el Ca y el Zn.

**Palabras clave:** Ácidos húmicos, Ácidos fúlvicos, *Rubus* spp.



## 1. INTRODUCCIÓN

La zarzamora (*Rubus* spp.), se cultiva extensamente en algunos países de Europa y Norteamérica, en menor grado en América Central, América del Sur, Australia y Nueva Zelanda. En México, las primeras introducciones se hicieron en 1974 en el área de Chapingo, Estado de México, donde el Colegio de Postgraduados evaluó algunos cultivares como “Brazos”, el cual es el más cultivado en México; sin embargo, en los últimos años, éste se ha sustituido por otros cultivares, como “Choctaw”, “Comanche” y “Cheyenne” (Parra *et al.*, 1999).

La zarzamora, junto con la frambuesa, la fresa y el arándano pertenecen al grupo de las llamadas frutillas o “Berries”, especies con gran popularidad en Norteamérica y Europa donde sus cultivos a pesar de que se constituyen inversiones considerables de capital, ofrecen retornos bastante atractivos; este panorama financiero, sirve de estímulo a productores de muchos países de todo el mundo, entre ellos a productores mexicanos para destinar inversiones de capital en la producción de esta fruta ( Muñoz y Juárez, 1996).

México, es actualmente el primer exportador de “Berries” frescas en el mundo, especial y particularmente del Valle “Esmeralda”, así nombrado el Valle de “Los Reyes”, Michoacán, ya que se producen 7600 toneladas anuales junto con Uruapan y Morelia en el mismo estado. De esa cantidad, se exporta el 90 por ciento a los Estados Unidos y el resto, es para el mercado nacional cuyo consumo es en fresco y para la industria de mermeladas y helados (Ramírez, 1999).

México aporta una tercera parte del área plantada con zarzamora en Norte América; la superficie dedicadas a esta frutilla, se incrementó en 97 por ciento en 2007 y por lo menos 5,000 has para el 2015. Sin embargo, el interés por establecer plantaciones en el país aumentó de manera proporcionada en los últimos años (Strik *et al.*, 2007). Los principales Estados productores son: México, Chihuahua, Puebla, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Colima, Sonora y Veracruz con una superficie total de 390 hectáreas (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP-2013).

Es conocido que, con el amplio uso de fertilizantes químicos, los cultivos aumentan su calidad; sin embargo, para el caso de la zarzamora el uso de estos compuestos es excesivo y hay evidencias que en algunas áreas donde se cultiva esta frutilla, el suelo y el agua ya están contaminados, lo cual reduce la producción cada año. Los productores, para mitigar esta reducción en los rendimientos, están incursionando en el uso de la Agricultura Orgánica y la Agricultura Sostenible y/o Sustentable (Eshghi Y Garszhian, 2015).

En los últimos años, con el auge de los tipos de agricultura mencionados, el uso de compuestos orgánicos solos y como agentes quelatante y/o complejantes, va en aumento; así, el empleo de las sustancias húmicas (SH), definidas por la Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas (IHSS-2013), como una mezcla compleja y heterogénea de materiales polidispersados, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de plantas y restos de microorganismos (proceso denominado Humificación), y Stevenson (1984), las clasifica en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis.

Numerosas investigaciones, se han realizado donde se demuestra que al mezclar las SH con los fertilizantes químicos, la cantidad y la calidad de los frutos aumentan, porque las sustancias orgánicas, poseen como característica fundamental grupos funcionales oxigenados ( $-\text{COOH}^-$ ,  $-\text{OH}^-$ ,  $-\text{COO}^-$ ) y nitrogenados ( $\text{NH}^-$ ,  $\text{NH}_2$ ); de los dos tipos de grupos funcionales, los primeros forman más del 80 por ciento de la molécula y tienen la particularidad de complejar y/o quelatar a los nutrimentos (cationes) y la mezcla de estos compuestos con los nutrimentos, se denominan humatos, para el caso de los AH y fulvatos, para los AF, del elemento nutrimental adicionado.

Los AH y AF son de precios más reducidos que los fertilizantes químicos; pero, debido a que no son fertilizantes por si solos no satisfacen los requerimientos nutritivos de los cultivos. Por lo comentado, se hace necesario mezclar compuestos orgánicos y químicos para suplir las necesidades nutrimentales y así, aumentar la calidad de los frutos a costos inferiores y ecológicamente factibles.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la respuesta de la calidad de la zarzamora, a la adición de dos compuestos orgánicos y uno orgánico-mineral.

## **3. OBJETIVO ESPECIFICO**

Establecer la dosis óptima y un compuesto, que aumente la calidad de la zarzamora.

## **4. HIPÓTESIS**

Al menos un compuesto y una dosis, tienen efecto positivo, al aumentar la calidad de la zarzamora.

## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

La zarzamora es un frutal con dos destinos: consumo en fresco como complemento de la alimentación humana con el 30 por ciento e industrialización con el 70 por ciento, como materia prima en la elaboración de mermeladas, jugos, helados, ates y licores, principalmente debido a su gran aporte de vitaminas y antioxidantes. De la producción destinada a comercialización el 85 por ciento, se exporta como producto congelado, lo que representa el 50 por ciento de la producción, (Rodríguez, 1995).

### 5.1 Generalidades de la Zarzamora

Es un cultivo perenne que puede durar más de 20 años, al depender del manejo que se le proporcione. La zarzamora, al igual que todas las frutillas (frambuesa, fresa, arándanos), es una fruta considerada como no climatérica, ya que no tiene la capacidad de madurar después de la cosecha, por lo cual debe ser cosechado justo en el momento en el que ha adquirido su madurez de consumo (Muñoz y Juárez, 1997).

El conocimiento de esta frutilla, se remonta al año 370 A. C. donde en Grecia ya se usaba como alimento y con fines medicinales, por lo que desde entonces y hasta el siglo XVI se ha colectado de manera silvestre, no solo en Grecia sino también en Europa. La zarzamora silvestre, llegó a ser plaga en Australia y Sudamérica, después de ser introducida por los colonizadores, debido principalmente a su rápida reproducción vegetativa y a la diseminación de semillas por las aves. El cultivo, se inició en algunas partes de América entre 1850 y 1860; en 1867 se registraron 18 cultivares, la mayor parte de las cuales fueron selecciones y plantaciones nativas (Galleta y Violette, 1989). La zarzamora es un cultivo que crece en las regiones calurosas de Estados Unidos. Se han encontrado en abundancia en las costas este y oeste y en dos terceras partes del sur de Estados Unidos (Moore y Skirvin, 1990).

Esta frutilla es de origen estadounidense, los primeros intentos de estudio de adaptabilidad en México se hicieron hace aproximadamente 25 años, según Pacheco (1995), perteneciente al grupo de los frutales conocidos como frutilla o “berries”. Por su forma de crecimiento, comprenden tres grupos como lo son: erectas, semierectas y rastreras o de guías. La variedad “Brazos”, corresponde a las semierectas y la “Logan”, más usada por los productores, se encuentran en el grupo de las rastreras que se caracteriza por ser de habito agresivo y poseen numerosas y robustas espinas, generalmente ganchudas (Muñoz y Juárez, 1996; Muratalla *et al.*, 1999).

Es un cultivo que prolifera muy bien con climas templados a semicalido con inviernos benignos, menciona Vanegas, (2001). Se adapta a un intervalo climático variado y destaca a su adaptación en zonas de transición señala Chaves, (1999). También se le conoce como blackberry y dewberry en inglés, mure sauvage en Francés, brombeere en Alemán y mora en Italiano.

## 5.2. Clasificación Taxonómica

Clasificación según Del Toro y Carles, (2008).

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Rosales

**Familia:** Rosáceas

**Subfamilia:** Rosoideae

**Tribu:** Rubeae

**Género:** *Rubus*

**Nombre científico:** *Rubus* sp

La zarzamora, es un arbusto espinoso que alcanza la altura de 150 a 200 cm y una cobertura entre 100 y 150 cm; cuando es nuevo, el follaje tiende a ser de color verde claro el cual se torna verde oscuro al madurar la hoja; las flores pueden ser blancas o rosadas y el fruto es negro cuando madura. Bajo condiciones templadas, la raíz se comporta como perenne y los tallos llamados también cañas, inicialmente son herbáceos, de consistencia blanda y al final de su crecimiento, se vuelven leñosos y hasta el segundo año florecen y producen frutos. Cuando la caña completa muere, es reemplazada por una nueva (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, 2004 y Clark, 1992).

De acuerdo con Zamora (1999), las flores son pentámeras, hermafroditas de color blanco rosado, el cáliz consta de sépalos caedizos, estambres numerosos que aparecen sobre un receptáculo convexo y cada pistilo tiene un ovario que da origen al fruto o infrutescencia llamado drupa o drupeola, de color negro purpura a la maduración. Una característica de este fruto, es que no se desprende del receptáculo al corte y está constituido por pequeños granos que se agrupan entre sí; primero son de color verde, después rojos y cuando están maduros, adquieren un color negro brillante.

Este mismo autor, comenta que la maduración del fruto oscila de 40 a 60 días después de la floración a cosecha, lo que depende del cultivar. Su peso varía entre 5 a 10 gramos por fruto, los de mayor tamaño son los que se producen en la flor primaria del racimo, los secundarios y terciarios son de menor tamaño. Esta fruta es extremadamente perecedera.

### **5.3 Requerimientos Edafoclimáticos**

La producción de zarzamora en México, se desarrolló principalmente en el Estado de Michoacán entre los 19° 15` y 20° 10` de Latitud Norte, los 101° 27` y 102° 35` de Longitud Oeste. La altitud en estas zonas varía entre 1200 y 1900 m.s.n.m. Las temperaturas promedio para estas zonas son de 32°C, la máxima y 8°C la mínima, con

valores altos en los meses de Diciembre a Febrero. La acumulación de horas frío durante el invierno es de 50 a 250. La precipitación pluvial anual, oscila entre los 800 y 1200 mm. Los requerimientos de horas frío de los diferentes cultivares, van de 150 a 600 horas por debajo de los 7 °C. (López, 2006).

Los suelos deben ser de varios tipos, desde muy pesados hasta muy arenosos y deben predominar los de tipo franco-limo-arcilloso. El pH varía de 5.8 a 7.2 (López, 2006). Se adaptan a diversos tipos de suelos, siempre que estos sean permeables no muy alcalinos ni muy arcillosos; pero, ricos en materia orgánica y solamente variedades rastreras soportan suelos pesados. Toleran mejor suelos drenados y arcillosos (Gallardo y Cuadra, 2002) y en general, el sistema radical no tolera alta humedad en el suelo (Fernández y Ballington, 2002).

#### **5.4 Propiedades Nutricionales de la Zarzamora**

Los frutos presentan altos contenidos de agua, por lo que tienden a presentar más jugo que pulpa, alrededor del 80 por ciento de su peso total; dentro del jugo se encuentran disueltas una gran cantidad de sustancias, donde las principales son: los azúcares, vitaminas C, A y E y ácidos orgánicos como málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico; sales de calcio, potasio, hierro, manganeso y fibras. Contienen ácido clorogénico, ferúlico, ursólico y málico, que le conceden propiedades anticancerígenas. Además, los frutos se caracterizan por poseer pigmentos como carotenoides y antocianinas que les confieren color, sabor y acción antioxidante (Rieger, 2006).

La zarzamora es una fruta muy popular en pastelería, para la preparación de postres, mermeladas, jaleas, vinos y licores. Las hojas desecadas, utilizadas como infusiones, tienen propiedades antisépticas urinarias, diuréticas y levemente laxativas. La mora negra o zarzamora contiene sales minerales vitaminas A, B, y C y por su alto contenido de hierro, es utilizado para prevenir y combatir la anemia (INIFAP, 2004). Entre otras facultades, estudios recientes comprobaron que el elevado contenido de flavonoides

(taninos que también poseen los vinos tintos), contribuye a prevenir cáncer y disminuir el colesterol (Muratalla *et al.*, 2000).

## 6. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

Generalmente estas especies se multiplican por medio de estacas de raíz, lo cual debe hacerse en invierno, cuando la planta esté en reposo. Para ello, éstas se toman de plantas madre sanas, que tengan diámetro de 0.5 a 1.0 cm, y se cortan en porciones de 8 a 10 cm (Moore y Skirvin, 1990). Antes de plantar (primavera-verano), las estacas se pueden tratar con una solución de algún funguicida (2 g L por 10 minutos). Cuando se plantan en otoño e invierno, es necesario que la planta tenga mayor edad (tres meses o más) para que soporten el invierno. La distancia de plantación recomendable para zarzamora es de 1.0 x 2.0 m entre plantas y líneas con una densidad de 5,000 plantas por hectárea (Muratalla *et al.*, 1998).

Los métodos de propagación son:

a) Estacas de tallos, consiste en utilizar estacas de cañas en crecimiento aun tiernas, las cuales se dejan con hojas y se ponen a enraizar en condiciones controladas, con nebulizadores durando de 5 a 6 semanas y es recomendable para plantas tipo rastrero, que produce pocos chupones de raíz (Crocker y Sherman, 1998).

b) Estacas de raíz, se utilizan fracciones de raíz de entre 10 y 15 cm de longitud, con grosor de 5 a 10 mm, las cuales producen plantas fuertes y vigorosas; cuando el material es escaso, se pueden utilizar pedazos más pequeños. Las estacas se colocan en una “cama” con sustrato, previamente desinfectado y que no les falte humedad. De entre 4 a 6 semanas, surgen pequeñas plántulas, las que se pasan a bolsa y posteriormente se colocan en un vivero para su mantenimiento, donde permanecerán hasta que se realice la plantación definitiva en campo (INIFAP, 2004).

c) Empleo de “chupones”. Las plantas de zarzamora tienden a emitir chupones de raíz en forma natural, aunque la cantidad varia con cada cultivar, este tipo de “chupones”,



puede separarse de la planta madre y colocarse en bolsas para vivero o bien llevarse directamente a campo (INIFAP, 2004).

Villegas y Gutiérrez (1999), indican que entre los factores que inciden en la micro propagación se encuentra la especie, el cultivar, el medio de cultivo, la concentración de reguladores de crecimiento y el número de subcultivo, entre otras. También, mencionan que para el género *Rubus*, es importante el empleo de antioxidantes en todas las etapas de la micro propagación.

Vidales (1999), menciona que la propagación por hijuelos o fracción de raíz, se realiza con muy pocos cuidados sanitarios, lo que origina en los huertos la presencia de enfermedades que reducen entre 20 y 35 por ciento la calidad de la fruta.

## **7. LABORES CULTURALES**

En cuanto al riego, la zarzamora en su hábitat nativo, es capaz de resistir largos periodos de sequía; sin embargo, una interrupción en el abastecimiento del agua puede provocar una reducción considerable en el rendimiento y tamaño de la fruta. Un buen programa de riego, debe considerarse básicamente en un buen riego antes de la cosecha y riegos ligeros durante ella, siempre que se requieran, finalmente terminada la cosecha y antes de las podas, se debe realizar un último riego de profundidad. (Muñoz y Juárez, 1997). Actualmente los sistemas de riegos utilizados en la zarzamora son: de gravedad (por surcos) y el presurizado (por goteo). Se tiene con este último un mayor aprovechamiento del agua, pero mayor inversión (Liedo, 1998).

Para recomendar y diagnosticar la fertilización, según Vanegas *et al.* (1999), señalan que es necesario realizar un análisis de suelos y de tejidos vegetales; así como, tomar en consideración el clima, el tipo de suelo, el hábito de crecimiento del cultivo y las características de los elementos esenciales para las plantas. Además, indican que, para el caso de la zarzamora, primero hay que revisar la estructura vegetativa fotosintética, dado el hábito de crecimiento de las plantas y estimar la superficie foliar.

En la zona productora de zarzamora del estado de Michoacán, la fertilización recomendada es aplicar de 120-150 unidades de nitrógeno (N), 60-80 unidades de fósforo (P) y de 120-160 unidades de potasio (K). Es de gran importancia la aplicación de elementos menores o micro nutriente como los son hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (Bo), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). Así como, también calcio (Ca) y magnesio (Mg). Aspersiones foliares se recomiendan hacerlas cada 10 días (De la Tejera y Ochoa, 2004).

Para la floración, la fertilización debe ser de entre 100 y 150 kilogramos de P. ha<sup>-1</sup>, también hay que incluir Zn y B, elementos que la zarzamora requiere en elevadas concentraciones durante este periodo. El buen desarrollo y conformación de frutos de alta calidad, requieren aplicaciones de 200 o más kilogramos de K. ha<sup>-1</sup> (INIFAP, 2004). Para Liedo (1998), es necesario tomar muy en cuenta las deficiencias de B, porque se manifiestan con una característica indeseable en el fruto conocida como “punto de maguey”, que consiste en una brotación vegetativa un tanto “arrosetada” en el ápice del fruto semejante a un maguey.

La poda, es una práctica cultural muy necesaria, ya que proporciona una estructura correcta a la planta, simetría y resistencia mecánica; procura adecuada luminosidad y aireación; promueve el aumento en volúmenes y calidad de la producción, disminuye la alternancia; aumenta la longevidad productiva de la planta y evita el envejecimiento prematuro (Romero, 1999). Además, este mismo autor, señala que hay cuatro tipos de podas con las cuales se logra una mejor producción y calidad de los frutos y son:

1.-Formación: consiste en despuntar la primocaña a 1 y 1.2 metros sobre el nivel del suelo y con esto, se promueve la ramificación lateral despuntadas a 25- 50 cm. Esto se realiza en los meses de junio y agosto.

2.- Fructificación: es el recorte de los pedúnculos cuya fruta se ha cosechado, generalmente se realiza después de la cosecha.

3.- Saneamiento: aquí, se deben eliminar todas las partes afectadas por ataques de plagas o enfermedades, así como daños mecánicos.

4.- Rejuvenecimiento: se realiza en junio y consiste en eliminar las cañas fructificantes que han terminado su ciclo productivo; los nuevos crecimientos, se deberán levantar sobre la espaldera a finales del mes de agosto, al evitar de esta forma ramificaciones laterales que generalmente producen frutos pequeños, reducen la distribución lumínica del seto y dificultan la cosecha.

## **8. LAS SUBSTANCIAS HÚMICAS (SH)**

Las SH son moléculas electrolíticas que se componen de ácidos húmicos (AH), ácidos fulvicos (AF), y huminas residuales (HR). A las cuales se les define como macromoléculas orgánicas con una estructura química, compleja, distintiva y estable, la cual proviene de la degradación de plantas y animales debido a la actividad enzimática de microorganismos y metamorfismos orgánico (Sutton y Sposito, 2005). Presentan color oscuro, con carácter ácido, elevado peso molecular, muy resistente al ataque microbiano y con propiedades refractoras (Aiken et al. 1985; Stevenson, 1994), además de tener un elevado contenido en grupos carboxílicos, fenólicos quinónicos, cierta aromaticidad y con incorporación de nitrógeno heterocíclico (Cadahia, 1998).

Las SH en el suelo, forman complejos macromoleculares, que pueden estar ligados a cationes como el  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{+++}$  y  $\text{Al}^{+++}$ , combinados con los minerales de las arcillas o asociados a algunas sustancias no húmicas como los carbohidratos; generalmente mediante uniones de carácter débil (fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrogeno) aunque también se puede unir covalente (MacCarty et al. 1990; Stevenson, 1994).

Los AH y los AF, se les atribuye que puedan acomplejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados. En los primeros, dominan los grupos funcionales oxhidrilos fenólicos (OH) y en los segundos, los grupos carboxílicos (-COOH) por que más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados (Schnitzer, 200); además, presentan alta capacidad para intercambiar los cationes; gracias a lo anterior,

cuando a estos compuestos orgánicos se les adicionan nutrimentos, son denominados humatos y/o fulvatos del elemento químico dominante.

De Saussure (1804), fue el primero en utilizar el término humus. En la antigüedad se utilizó para hacer referencias a la totalidad del suelo, posteriormente se empleó como sinónimo de materia orgánica y actualmente, hace referencias a una fracción de dicha materia orgánica que engloban a un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, elevado peso molecular, poseen polisacáridos, proteínas y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas (Stevenson, 1994).

Las sustancias húmicas, están constituidas por tres fracciones en función de su solubilidad en agua, a varios valores de pH (Aiken et. Al. 1985; stevenson, 1994).

- Ácidos húmicos: son la fracción insoluble en medio ácido, pero soluble a pH alcalinos.
- Ácidos fulvicos: es la fracción soluble en agua a cualquier valor de pH.
- Humina: es la fracción insoluble en agua o a cualquiera valor de pH.

La mayor parte de los estudios acerca de las sustancias húmicas, se han llevado a cabo sobre las fracciones húmicas y fulvicas, siendo la humina la que se ha estudiado menos ( Rice y MacCarthy, 1988) Los ácidos fulvicos tienen en estructura similares a las de los ácidos húmicos y se caracterizan por la presencia de una fracción poco pronunciada con predominio de cadenas laterales y pertenecen al grupo de los ácidos didroxicarboxílicos teniendo una alta capacidad de intercambio catiónico (Konova, 1982 y Vaughan, 1985). Son compuestos que están constituidos por dos grupos que son carboxílicos y fenólicos, estos grupos pueden absorber los cationes según Stevenson et al, (1982), cuando se encuentran en forma libre, siendo los cationes bivalentes los que se adhieren con mayor fuerza a las cargas negativas. Presentan bajo peso molecular, su color puede variar de amarillo a oscuro; en los que la acidez total y el contenido en  $-COOH$ , es mayor que en los ácidos húmicos, al igual que la tendencia a retener metales, formando sales o por la formación de quelatos y complejos de metales con sustancias húmicas pueden variar apreciablemente en su

disponibilidad, por ejemplo, se ha comprobado que los complejos de Fe con ácidos fúlvicos transfieren más fácilmente el Fe a la planta.

Los ácidos húmicos están presentes en los suelos y son la parte más activa de la materia orgánica del mismo. Son una mezcla de moléculas orgánicas complejas que se forman por descomposición y oxidación de la materia orgánica. Por tanto, la humificación es un proceso progresivo que lleve a la formación de los ácidos húmicos. Como ya hemos comentado anteriormente, cuando hablamos de ácidos húmicos incluimos en este concepto también a los ácidos fúlvicos. La diferencia entre unos y otros es su distinto comportamiento en medio básico y ácido. Tanto los ácidos húmicos como los fúlvicos son solubles en medio básico y por ello, se emplea para extraerlos en forma líquida, un extractante alcalino, generalmente hidróxido potásico. Al ponerlos en medio ácido, los húmicos precipitan por ser insolubles en este medio, mientras que los fúlvicos, se mantienen en fase líquida al ser solubles en medio ácido. Además de esta diferencia tienen otras diferencias químicas y de comportamiento. Los AH tienen mayor peso molecular que los fúlvicos, mayor capacidad de intercambio catiónico y mayor capacidad de retención de agua. Tienen una acción más lenta y duradera sobre la estructura del suelo y sobre la planta, mientras que los AF tienen una acción más rápida sobre la planta, pero menos persistente (Murillo, 2014).

Los ácidos húmicos influyen positivamente en la fertilidad de un suelo favoreciendo la actividad microbiana y realizando diversas acciones en función del tipo de suelo donde se aplique. Si se trata de suelos arcillosos, ayudan a mejorar la estructura del suelo, consiguiendo mejorar la permeabilidad del terreno y aumentar la aireación del sistema radicular de la planta. En los suelos arenosos, que suelen tener bajos niveles de materia, ayudan a incrementar el intercambio catiónico de los macro y micronutrientes, mejoran la capacidad de retención de agua y por lo tanto se evita una pérdida de nutrientes por lixiviación. De forma general, la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en el suelo, contribuyen al desbloqueo de los nutrientes y actúan como agentes complejantes naturales, facilitando la asimilación de los mismos en la planta (Murillo, 2014)

## 9. MATERIALES Y METODOS

### 9.1 Ubicación del Experimento

El presente trabajo, se realizó en el año 2017 en un invernadero de mediana tecnología del Departamento de Ciencias de Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada a los 25°, 02' 12.52" de Latitud Norte y 101°, 02' 02.45" de Longitud Oeste y a la altitud de 1775 m.s.n.m. La zona cuenta con temperatura media anual de 19.8°C, precipitación media anual de 443.5 mm.

### 9.2 Metodología

Plántula de zarzamora de la Variedad "Tupy", adquirida en Zamora, Michoacán, fue trasplantada en macetas de polietileno que contenían 10 kg de un suelo colectado del área experimental de la UAAAN denominada "El Bajío", cuyas características se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas del suelo empleado en el experimento.**

Muestra	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	pH (Agua 1:2)	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> )	CO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	Da (g.cm <sup>-3</sup> )
Única	37.48	24.52	38.00	8.27	0.68	7.94	3.13	1.00

Se les nutrió con una solución nutritiva, de acuerdo a los Índices de Steiner, donde estos fueron el 50, 15 y 35 por ciento, respectivamente de los aniones de nitratos (NO<sub>3</sub>), fosfatos (HPO<sub>4</sub>) y sulfatos (SO<sub>4</sub>) y los cationes calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K), con 45, 20 y 35 por ciento, respectivamente y la Conductividad eléctrica de 1.1 dS.m<sup>-1</sup>. Lo anterior, se efectuó durante 7 meses y posterior a ello se defolió ("sazonar"), con el fin de promover la formación de brotes y así la fructificación.

Después, se adicionaron los tratamientos que fueron elaborados de la siguiente manera: Leonardita fue secada en estufa (Mode HDP-334 Marca MAPSA) a 60 °C

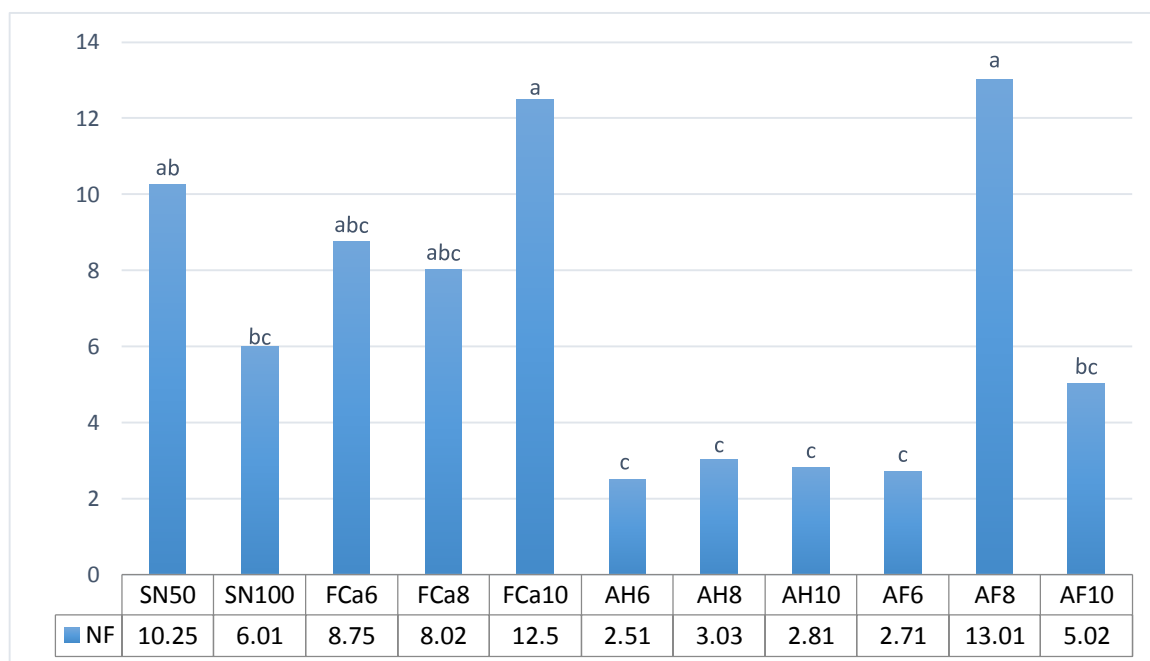
durante 12 horas, enseguida fue enfriada y molida en un mortero de ágata y tamizada a una malla de un milímetro de diámetro. Con hidróxido de potasio (KOH, 1N), fue colocada en “Baño María” (Aqua Bath, Barnstead/ LabLine. Modelo V-120); a 60 °C durante dos horas y de esta forma le fueron extraídos los AH y los AF; también, a estos últimos compuestos se les adiciono nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  para formar el Fulvato de Ca y este elemento fue al dos por ciento. Los dos compuestos orgánicos (AH y AF) y el compuesto orgánico-mineral (FCa), fueron adicionados al suelo a las cantidades de 600, 800 y 1000  $\text{mg.kg}^{-1}$ , durante cuatro ocasiones; es decir a los 5, 12, 19 y 26 días después de la defoliación y como testigos, se adiciono una solución nutritiva al 50 y 100 por ciento, de acuerdo con los Índices de Steiner ya comentados.

El experimento se distribuyó de acuerdo al diseño completamente al Azar, lo que generó 11 tratamientos con cuatro repeticiones. A los datos generados, se le realizó el análisis estadístico, que consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias con el Método DMS ( $p \leq 0.05$ ); es decir, el 95 por ciento de confianza. Las variables medidas al fruto fueron: numero (NF), peso (PF) (Balanza Analítica, Marca AND. Modelo GX-200) longitud (LF), diámetro ecuatorial (DE) (Vernier Stainless-Steel, Marca Truper), Firmeza (FI) (penetrometro, Fruit Hardess Tester, Modelo FHT 200. EXTECH, instruments) solidos solubles totales (°Brix-SST) Refractómetro, Master Refractometer, Marca ATAGO) y al tejido vegetal de follaje, en las etapas vegetativa, floración y fructificación, K, Ca, Mg, fierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn); esto, mediante digestión por vía húmeda (Microondas) (Espectrofotómetro de absorción atómica, (Spectr AA 5).

## 10. RESULTADO Y DISCUSION

### 10.1 Número de Frutos

Los tratamientos realizaron efecto significativo en esta variable. Aquí, de forma general, se puede establecer que conforme se aumentó la dosis del Fulvato de calcio (FCa) los valores también aumentaron; además, los valores presentados con la adición de los AH y las dosis media y alta de los AF, fueron muy similares y al agregar 800 mg.kg<sup>-1</sup> por litro de agua de los ácidos fúlvicos (AF8), se presentó el valor superior, al aventajar a la solución nutritiva al 50 por ciento (SN50) en 27 por ciento y a la solución nutritiva al 100 por ciento (SN100) en 117 por ciento. (Figura 1).

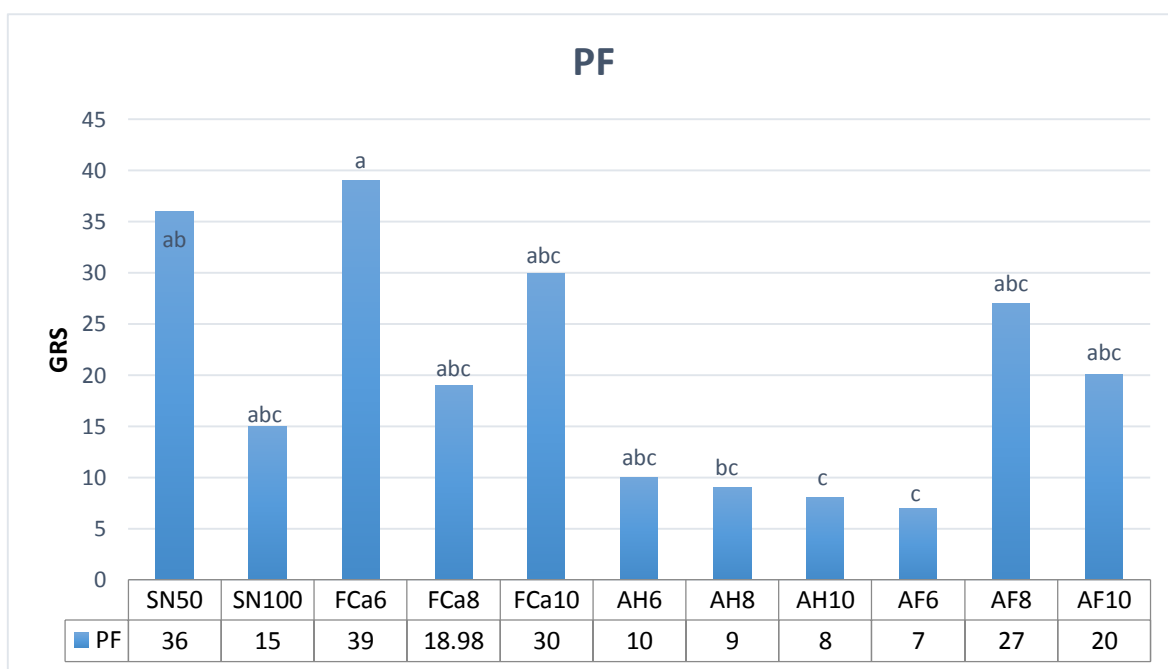


**Figura 1.** Numero de Fruto de zarzamora, con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.



## 10.2 Peso del Fruto

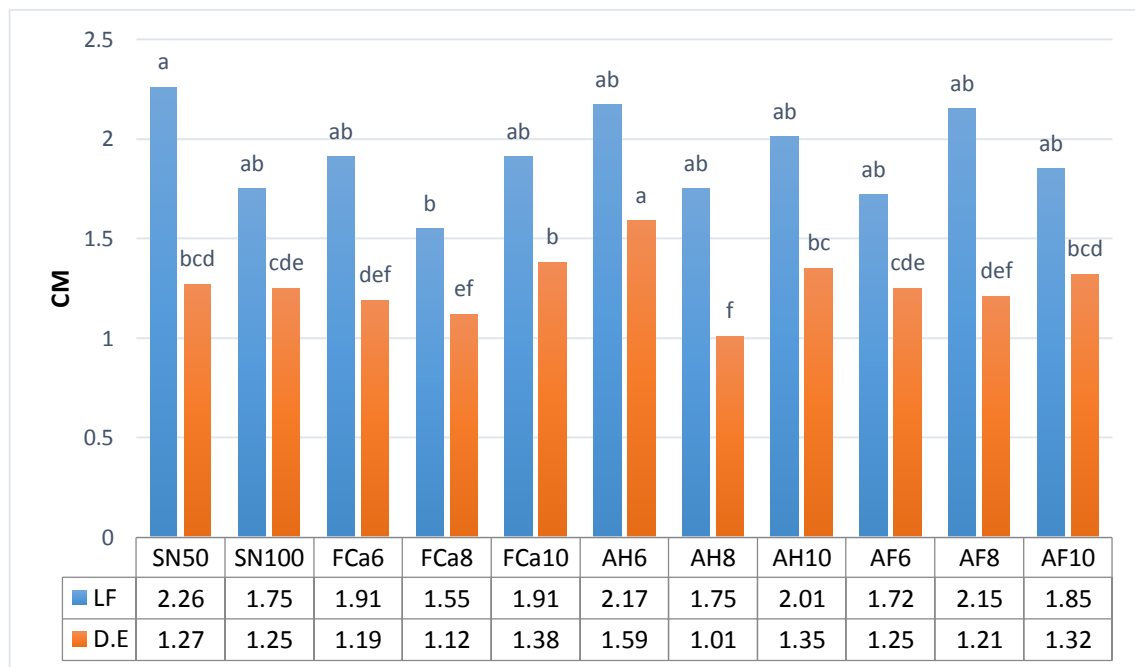
Los tratamientos realizaron efecto significativo en esta variable. Con base en la Figura 2, se puede observar que conforme se aumentó la dosis del FCa, los valores disminuyeron y similar situación sucedió con la agregación de los dos compuestos orgánicos; con excepción de la dosis media de los AF. También, el valor más alto se presentó al aplicar  $600 \text{ mg.kg}^{-1}$  del FCa, ya que adelantó a la SN50 en ocho por ciento y a la SN100 en 160 por ciento (Figura 2).



**Figura 2.** Peso de Fruto de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.

### 10.3 Longitud de Fruto y Diámetro Ecuatorial

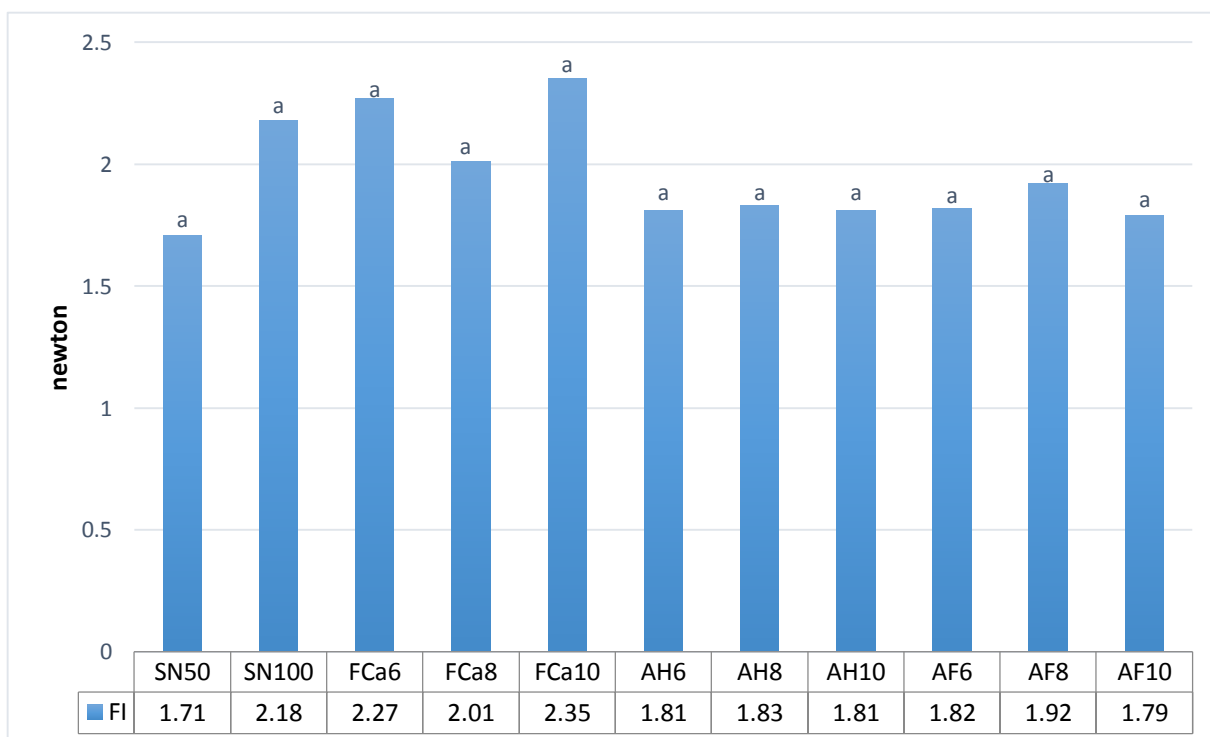
En la variable longitud de fruto, los tratamientos realizaron efecto significativo; aquí, con la adición del testigo de la solución nutritiva al 50 por ciento, se aventajó a todos los demás tratamientos, ya que los valores que se presentaron con la aplicación de todos los demás tratamientos fueron inferiores, aunque con todos los tratamientos se adelantó el valor de 1.5 cm. En diámetro ecuatorial, los tratamientos realizaron efecto significativo y al agregar 600 mg.kg<sup>-1</sup> de los ácidos fúlvicos (AF6), se superó a la SN50 en 25 por ciento y a la SN100 en 27 por ciento (Figura 3).



**Figura 3.** Longitud de fruto y Diámetro ecuatorial de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.

## 10.4 Firmeza del Fruto

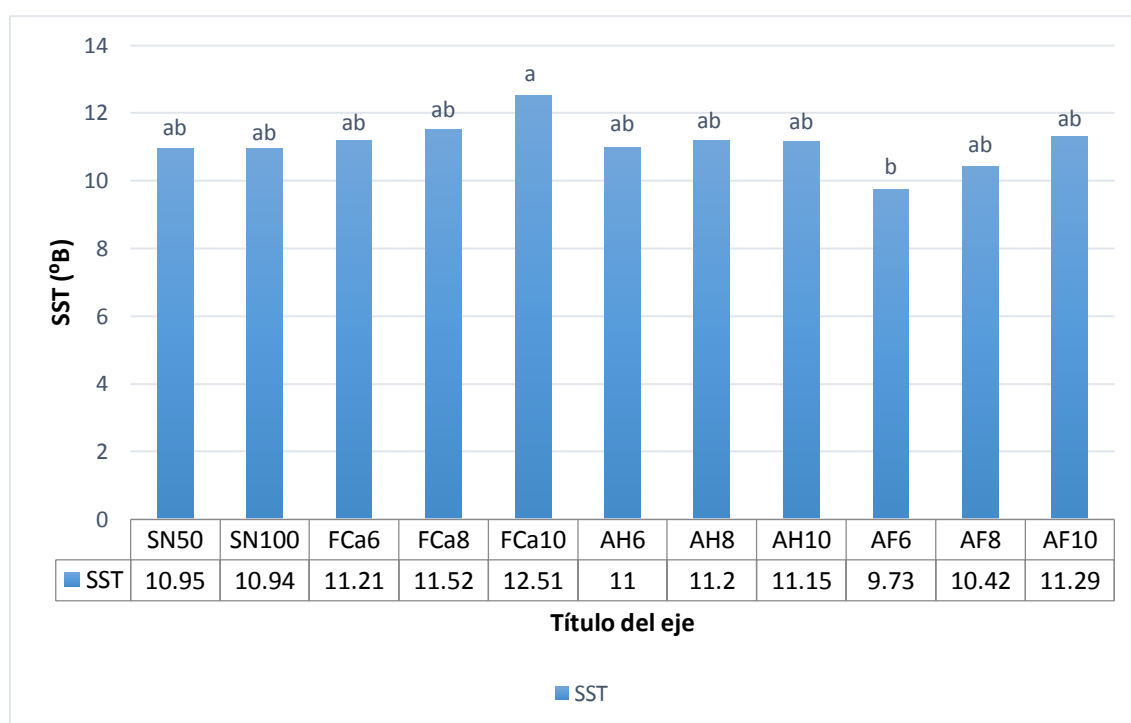
En esta variable, todos los tratamientos, no realizaron efecto significativo; sin embargo, de forma gráfica (Figura 4), se aprecia que al agregar 1000 mg.kg<sup>-1</sup> del fulvato de calcio (FCa10), se presentó el valor más alto, al aventajar a la SN50 en 37.42 por ciento y a la SN100 en 7.79 por ciento. Además, se observa que los valores al aplicar los AH y los AF son muy similares y todos estuvieron por debajo de dos Newton; mientras que, con la agregación del FCa, todas las cuantías son superiores a los dos Newton.



**Figura 4.** Firmeza de fruto de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.

## 10.5 Solidos Solubles Totales

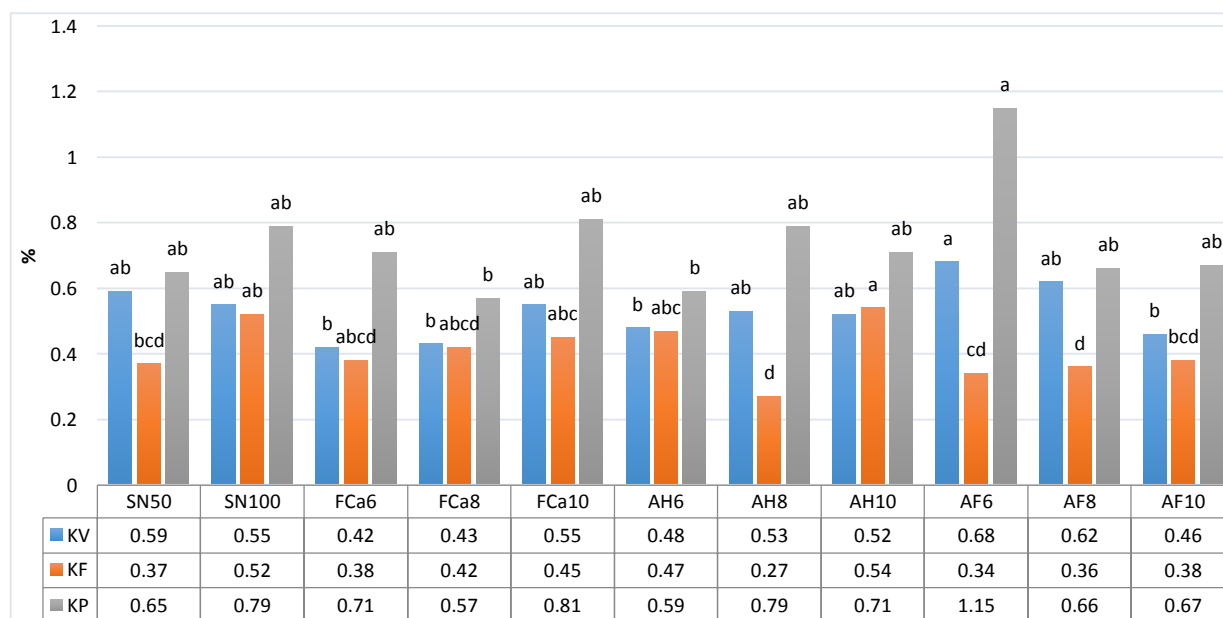
En esta variable se establece que con la adición de  $1000 \text{ mg.kg}^{-1}$  de fulvato de calcio se superó a la SN 50 en 14.24 por ciento y a la SN100 en 14.35 por ciento. Y a partir de la Figura 5 se observa que al aumentar las dosis de los compuestos orgánicos y el órgano-mineral los valores aumentan.



**Figura 5.** Solidos solubles totales de zarzamora con la adición de dos compuestos orgánicos y uno órgano-mineral.

## 10.6 Potasio del Tejido Vegetal de Follaje

En la etapa de crecimiento vegetativo los tratamientos realizaron efectos significativos, y con la aplicación de 600 mg.kg<sup>-1</sup> de los AH se presentó el mayor valor, al superar la SN50 en 15.25 por ciento y a la SN100 en 23.63 por ciento. Y en la Figura 6 se observa que al incrementar la dosis de los AH y del FCa los valores aumentan; pero, en el caso de la agregación de los AF ocurre a la inversa. En la etapa de floración, los tratamientos realizaron efecto significativo y con la adición de 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de AF supero a los otros tratamientos y al testigo, a la SN50 en 45.94 por ciento y a la SN100 en 3.84 por ciento, se observa que al igual que en la etapa vegetativa, conforme aumentan las dosis los valores aumentan; pero en esta etapa las aplicaciones de los AF también aumentan a diferencia de la etapa vegetativa que disminuyen. En la etapa de producción los tratamientos realizaron efecto significativo y con el uso de 600 mg.kg<sup>-1</sup> de AF, se sobrepasó a la SN50 en 76.92 por ciento y a la SN100 en 45.56 por ciento; de forma general se puede establecer que en producción es cuando los valores fueron mayores en comparación de las otras dos etapas.

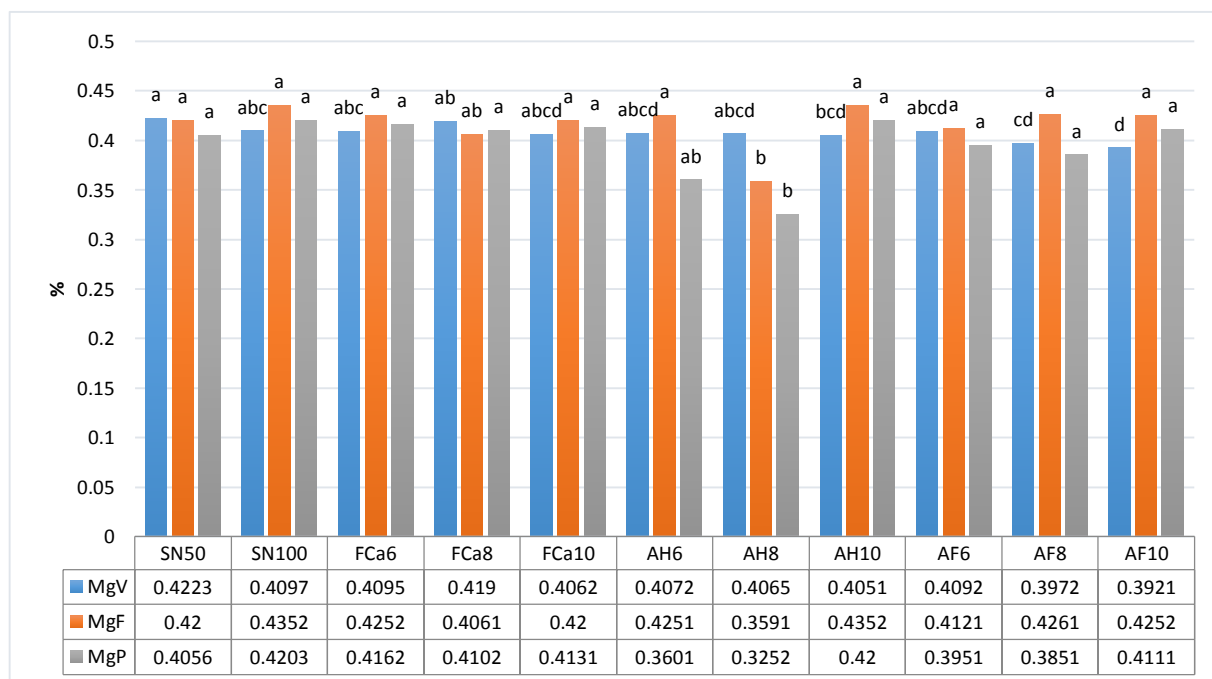


**Figura 6.** Contenido de Potasio del Tejido Vegetal de Follaje de Zarcamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.

## 10.7 Magnesio del Tejido Vegetal del Follaje

En la etapa vegetativa se observa diferencia significativa. De forma general se puede establecer que la agregación de la SN50 supera a los compuestos orgánicos y al órgano-mineral. En la Figura 7 se puede observar que los valores de los compuestos orgánicos conforme aumentaron las dosis los valores disminuyeron, mientras que en el órgano-mineral hubo una variación siendo el intermedio el de mayor valor.

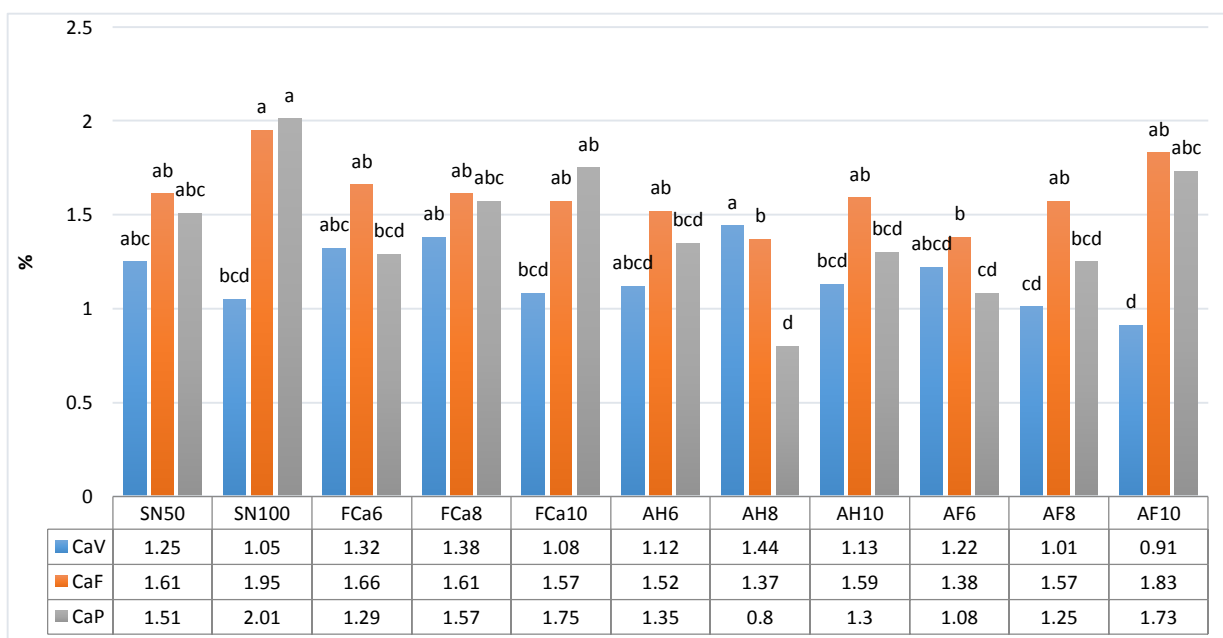
En la etapa de floración podemos observar diferencia significativa. Aquí se puede establecer que existe una variación en los tratamientos; sin embargo, al agregar 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de AH se presentó el mayor valor, al aventajar a la SN50 en 3.61%, pero no supero a las SN100 al tener los valores exactamente iguales. En la etapa de producción los valores oscilaron significativamente; de forma general se puede establecer que son muy similares; sin embargo, al adicionar 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de AH al igual que en la etapa de floración se presentó el mayor valor al adelantar a la SN50 en 3.55%; pero no supera a la SN 100 (figura 7).



**Figura 7.** Contenido de Magnesio del Tejido Vegetal de Follaje de Zarcamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.

## 10.8 Calcio del Tejido Vegetal del Follaje

En la etapa vegetativa se observa diferencia significativa. Se puede establecer que con la aplicación del FCa conforme aumento la dosis disminuyeron los valores; mientras que en los valores de los compuestos orgánicos con forme aumento la dosis los valores incrementaron. Sin embargo con la adición de los AH con forme aumento la dosis de este compuesto orgánico los valores disminuyeron; pero al adicionar 800 mg.kg<sup>-1</sup> de AH se presenta el mayor valor, por que supera a la SN50 en 15.2 por ciento y a la SN100 en 37.14 por ciento (Figura 8). En la etapa de floración los tratamientos realizaron efecto significativo. De forma general, se puede decir que con La suministración de la SN100 se presentó el valor superior a los compuestos orgánicos y órgano-mineral (figura 8). En la etapa de producción al igual que en la de floración la adición de la SN100 se presenta el valor superior al aventajar a los compuestos orgánicos y al órgano-mineral; sin embargo, podemos observar que en el compuesto órgano-mineral se comporta diferente que la floración porque al aumentar la dosis los valores aumentan.

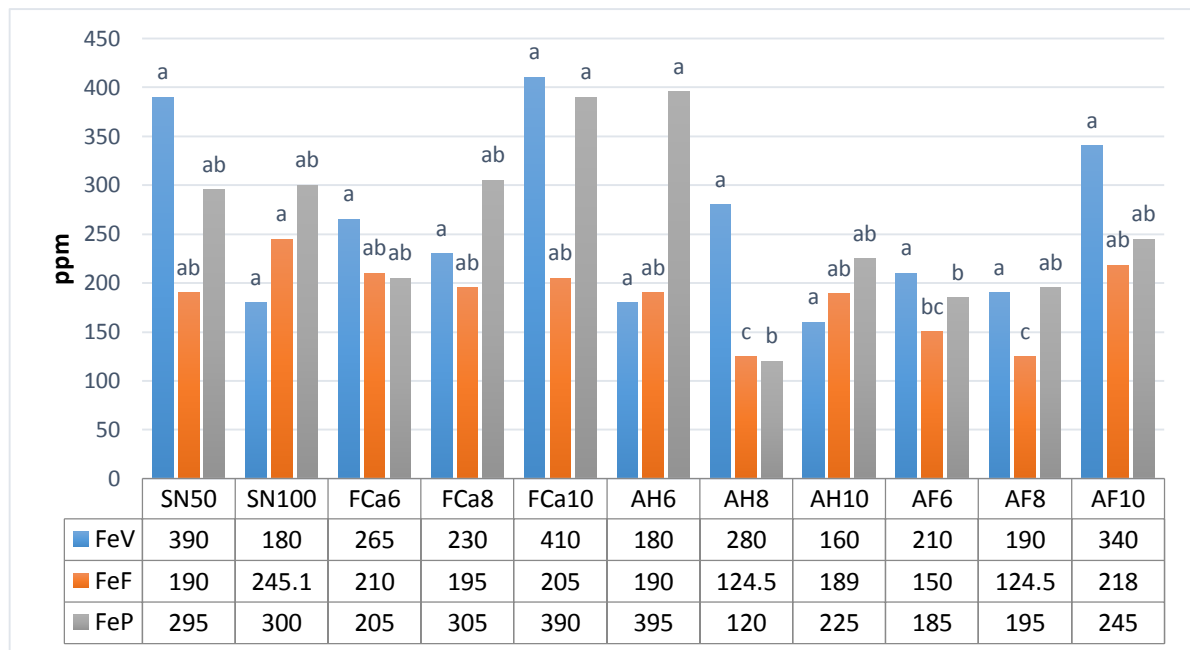


**Figura 8.** Contenido de Calcio del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.

### 10.9 Hierro del Tejido Vegetal del Follaje

En la etapa vegetativa no existe diferencia significativa. Sin embargo, al agregar 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de FCa se presentó el mayor valor, al aventajar a la SN50 en 5.12 por ciento y a la SN100 en 27.7 por ciento (figura 9).

En la etapa de floración si existe diferencia significativa. Aquí se puede establecer que al adicionar SN100 se presenta el mayor valor al adelantar a los compuestos orgánicos y al órgano-mineral. En la etapa reproductiva podemos observar diferencia significativa, y con la aplicación de 600 mg.kg<sup>-1</sup> AH supera a la SN50 en 33.89 por ciento y a la SN100 en 31.66 por ciento (figura 9).



**Figura 9.** Contenido de Hierro del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.

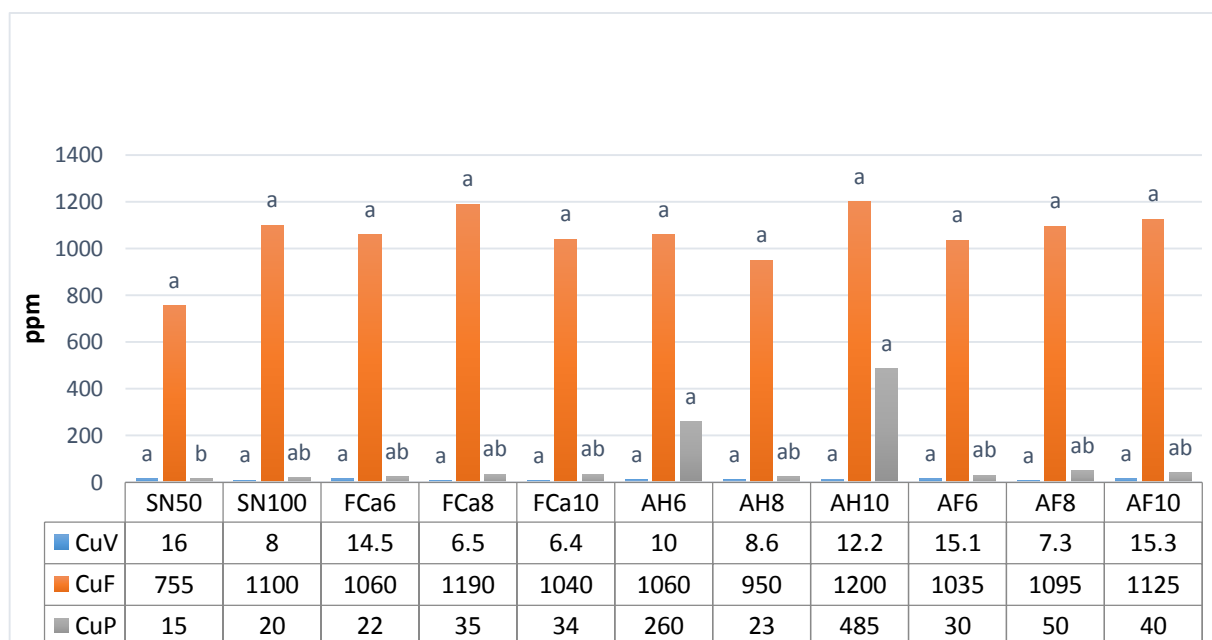


### 10.10 Cobre del Tejido Vegetal del Follaje

En la etapa vegetativa con la aplicación de todos los tratamientos, los valores no oscilaron; sin embargo, al adicionar 600 mg.kg<sup>-1</sup> de FCa se presentó el mayor valor, al aventajar a la SN100 en 81.25 por ciento; pero la SN50 supera al compuesto órgano-mineral en 10.34 por ciento (figura 10).

En la etapa de floración los valores no presentaron diferencia significativa; sin embargo, al agregar 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de agua de AH se presentó el valor superior, porque supero a la SN50 en 60 por ciento y a la SN100 en 9 por ciento.

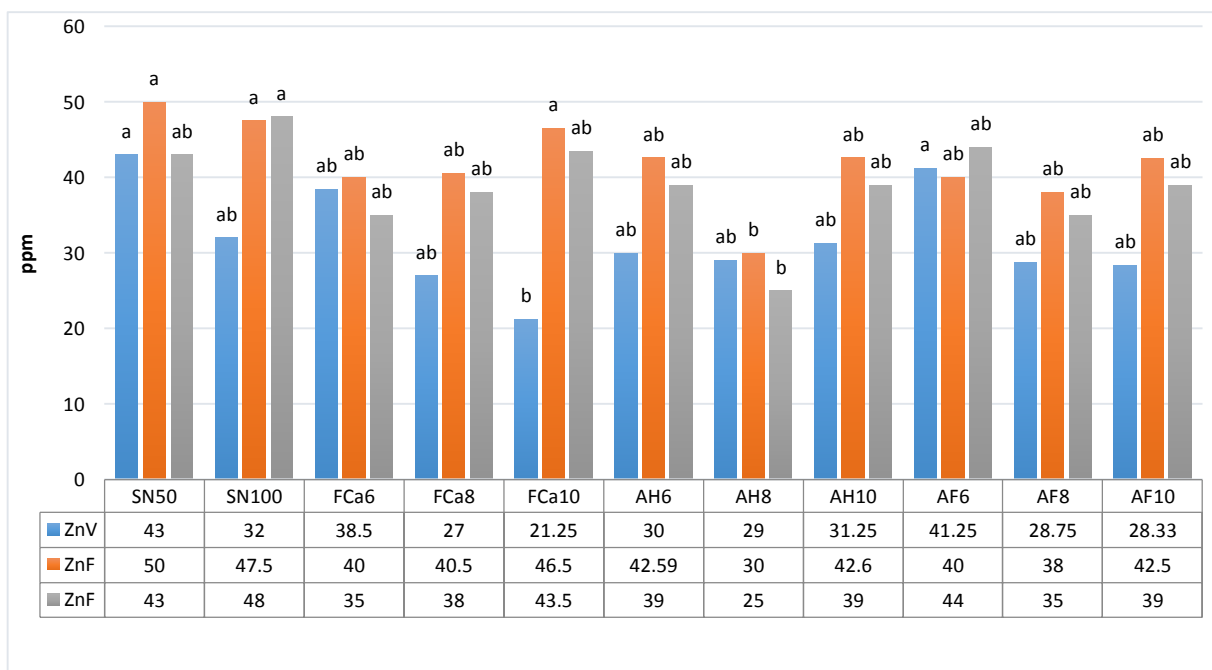
En la etapa reproductiva los tratamientos realizaron efectos significativos y con la aplicación de 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de AH se presenta el mayor valor, por que supera a las SN50 en 3,233.33 por ciento y a la SN100 en 2425 por ciento (Figura 10).



**Figura 10.** Contenido de Cobre del Tejido Vegetal de Follaje de Zarcamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.

### 10.11 Zinc del Tejido Vegetal del Follaje

En la etapa vegetativa existe diferencia significativa. De manera general se puede establecer que con la adición del compuesto órgano-mineral y de los AF, conforme se aumenta la dosis los valores disminuyen. Sin embargo, al agregar 600 mg.kg<sup>-1</sup> de AF supera a la SN100 en 28.9 por ciento, pero no supera a la SN 50 (figura 11). En la etapa de floración de igual manera a la vegetativa existe diferencia significativa. Aquí podemos establecer que el compuesto órgano-mineral se comporta diferente, porque al aumentar la dosis los valores aumentan; sin embargo, al igual que en la etapa vegetativa la SN50 supera a los tratamientos. En la etapa reproductiva podemos establecer que el compuesto órgano-mineral se comportó igual que en la floración a mayor adición del compuesto los valores aumentaron mientras que en los compuesto orgánicos los valores fueron variados; sin embargo, podemos establecer que con la aplicación de la SN100 supero a todos los tratamientos, pero la aplicación de 600 mg.kg<sup>-1</sup> de AF supero a la SN50 en 2.32 por ciento (figura 11).



**Figura 11.** Contenido de Zinc del Tejido Vegetal de Follaje de Zarzamora, en tres etapas fenológicas, con la adición de dos compuestos orgánicos y un órgano-mineral.

## 11. DISCUSIÓN

Como discusión se puede establecer que de acuerdo a los resultados obtenidos los ácidos húmicos afectan la disponibilidad de los nutrimentos, lo que depende del tipo y concentración de la especie de la planta (Nardia et al., 2009). Además, de acuerdo con Calvo et al. (2004) las sustancias húmicas tienen la capacidad de quelatar los cationes y esto, estimula el crecimiento de la raíz, por lo que no es sorpresa que con la adición de estas sustancias se reportan beneficio a las plantas al incrementar la disponibilidad de los nutrientes así, por ejemplo Jindo et al. (2012), reportó que las sustancias húmicas pueden realizar la función de las hormonas denominadas auxinas, induce la actividad de la enzima ATP-asa y esto acidifica la pared celular de la raíz y por consiguiente, el crecimiento de este órgano vegetal. Pero, los ácidos húmicos no pueden ser tomados por la planta por su alto peso molecular.

Para el caso de los ácidos fulvicos, dado su pequeño peso molecular, pueden pasar a través de los microporos del sistema de membranas, lo que no pueden hacer los ácidos húmicos y la capacidad que tienen los ácidos fulvicos de quelatar nutrimentos, y sobre todo los metálicos como el fierro (Fe) y mover a los elementos a través de la membrana como si fueran agentes quelatantes sintéticos, para transportarlos hacia el torrente xilemático (Bocanegra et al., 2006). Además, esto también sugiere que los ácidos fulvicos permanecen en la solución del suelo en amplio rango de pH.

## **12. CONCLUSION**

Los compuestos orgánicos realizaron efecto positivo en el número y diámetro ecuatorial del fruto, y en potasio, magnesio, fierro, y cobre, del tejido vegetal de follaje; mientras que, el fulvato de calcio lo realizo en el peso de fruto, firmeza y solidos solubles totales. La solución nutritiva 100 en la longitud de fruto, calcio y zinc.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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
- Benton Jones J.** et al.1991. PLANT ANALYSIS HANDBOOK. EUA.
- Bocanegra MP, Lobartini JC, Orioli GA** (2006) Plant uptake of iron chelated by humic acids of different molecular weights. Commun Soil Sci Plant Anal 37:1-2
- Bristow P.R.** 1991. Brotrytis fruit rot (Graymold) and blossom blight. In: Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects. APS Press. Minnesota, USA.
- Cajuste B.J.;** L. López L.; J. Rodríguez A.; M. I. Reyes S. 1994. Caracterización fisicoquímica de tres cultivares introducidos de zarzamora erecta (Rubus sp.) Pp.: 1-5 In: memoria de frutales nativos e introducidos con Demanda Nacional e Internacional. Montecillo, Texcoco, México.
- Calvo, P., L. Nelson and J.W. Kloeppor.**2014. Agricultural uses of plant bioestimulants. Plant soil.283:3-41. Marschner review.
- Clark, J. R"** 1992, Blackberry production and cultivars in North America East of the Rocky Mountain. Fruit Var. J. 46 :217-222 Pp.

- Corzo J.** 1995. Guía de producción y manejo de postcosecha mercadeo. Gremial de exportaciones de productos no tradicionales, Guatemala. pp.38.
- Crocker, T. E,** and Sherman, W. B. 1,998. The blackberry. University of Florida. Cooperative Extension Service. 5 p.
- De la Tejera,** Ochoa A. S. 2004. Enfermedades y plagas de la zarzamora en las regiones productoras de Michoacán, en: Memorias del curso del cultivo de la zarzamora. Asociación Nacional de Egresados de la Facultad de Agrobiología (ANEFA), Uruapan, Michoacán. PP.77-86
- Fernández G.,** Ballington J.R. 2002. Growing Blackberries in North Carolina. North Carolina Extensión Service. NCSU. 11 p.
- Gallardo A. L.,** Cuadra G. J. 2002. Instituto de investigaciones Agropecuarias INIA – Comisión Nacional de Riego CNR. Producción de mora híbrida (zarzamora) disponible.
- Galleta,** G, C. Violette. 1989. The Brambles. Pp.: 3-8. In: Brambles production Guide. M Pritts, D. Handley (Eds). Northeast Regional Agricultural Engineering service. Ithaca, New York, E.U.
- García D.R.** 1997. Detección de insectos plaga en el cultivo de zarzamora (*Rubus* spp) en Ziracuárito, Michoacán, México. Tesis de licenciatura en parasitología agrícola. UACH, Mexico. Pp. 64.

**Gubler W.D.** 1991. Dawny mildew. In: Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects. APS Press. Minnesota, USA.

**Hedrick, U.P.** 1925. The small fruits of New York Plants. Academic Press. 87 p.

**Hipocrates**, 2000 the miracle of fulvic acid Silver Spring research. Internet Issue Lssue 209 p.

**Inifap**, 2004, Zarzamora (RUBUS SPP), su cultivo y producción en el trópico mexicano.

**Jindo K**, Martim SA, Navarro EC et al (2012) Root growth promotion by humic acids from composted and noncomposted urban organic wastes. Plant Soil 353:209-220

**Johnson D.T.**, Williams R.N. 1991. Insects that damage fruit. In: Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects. APS Press. Minnesota, USA.

**Kaufman, D.** 1999. Oregon cane berry newsletter. Oregon State University. 3 p.

**Liedo**, 1998. Trabajo- Final-Comercialización-y-mercadotecnia. Pág. 26.

**López**, M.J. 2006. Variedades de Especies de Frutos Pequeños Apropriados para Climas Subtropicales. La experiencia de México. III Simposio Nacional do Morongo, II Encontró sobre Pequeños Frutas de Frutas Nativas de Mercosul Palestras 87-90 p.

- MacCarthy, P., Clapp, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R.** 1990. An introduction to soil humic substances. Pp. 161-186 in humic substances humic in soil and crop sciences: selected readings. P. MacCarty, C.E. Clapp, R.L. Malcom, P.R. Bloom (Eds). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
- Moore, J. N.** 1980. Blackberry production and cultivar situation in North America. *Fruit Var. J.* 34:36-41. Moore, J. N. 1994. Blackberry breeding, management and prospects in North América. En: Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional de frutales nativos e introducidos con demanda Nacional e Internacional Montecillos, México. p.167 -178.
- Moore, J.N. and Skirvin, R.M.** 1990. Blackberry management. In: *Small Fruit Crop Management*. G.J. Galleta and D.G. Hilmelrick (Eds.). Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. Pp.: 214-244.
- Moore, J.N. and Skirvin, R.M.** 1990. Blackberry management. In: *Small Fruit Crop Management*. G.J. Figura 9. Distribución de exportaciones de frutillas a los Estados Unidos en 2011. (Fuente: International Trade Center. 2012). Galleta and D.G. Hilmelrick (Eds.). Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. Pp: 214-244.
- Muñoz, R.M. y Juárez, R.M.** 1997. El mercado mundial de la frambuesa y zarzamora, Vol. 2. UACH-ASERCA-CIESTAAM, Chapingo, México. PP. 90 – 110.
- Muratalla L.A., Livera M.M., Galindo M.R.** 1998. Establecimiento y manejo del cultivo de la zarzamora (*Rubus spp.*). In: *Memorias del Cuarto Curso de Capacitación*



para Productores de Zorzamora y Frambuesa. SEDAGRO y Colegio de Postgraduados. Valle de Bravo. México. Pp.: 19-39.

**Muratalla, L. A.**, Livero, M. M., Chávez, F. S., Rodríguez, A. J., López, J. A., Salazar, G. A., López, M.J., Nateras, V. R. Y Arévalo, G. L. 1994. El cultivo de la zorzamora. En Primera Reunión Internacional y Segunda Reunión Nacional de frutales nativos e introducidos con demanda Nacional e Internacional Montecillos México. Pp. 179-185.

**Mutarralla L. A.** Liviera M. y Galindo R., 2000. Establecimiento y Manejo del cultivo de Zorzamora (*Rubus SSP.*) en primer curso de capacitación para productores de zorzamora en Chilpancingo, Guerrero. PP: 19-35

**Nardi S**, Carletti P, Pizzeghello D, Musculo A (2009) Biological activities of humic substances. In: Senesi N, Xing B, Huang PM (eds) Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems Wiley Hoboken, pp 305-339

**Otero C.G.** 1986. Ácaros colectados sobre plantas cultivadas en el estado de Tabasco, México, y su importancia. *Folia Ent. Mex.* 69: 127-147.

**Romero G. C.** 1999. Podas y producción forzada en zorzamora, variedad Brazos. Uruapan, Michoacán Pp. 51-76.

**Schnitzer, M.** 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.). *Advances in agronomy*, academic Press. 98: 3-58. Pp.

**Stevenson, F. J.** 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J Wiley and Sons, New York, NY 443 p.

**Strick, B. C.** 1992. Blackberry cultivars and production trends in the Pacific Northwest. Fruit Var. J. 46:202-206.

**Vidales, F. I.** 1999. Propagación in vitro de zarzamora. En: tecnologías llave en mano. Tomo 1 División Agrícola. SAGAR-INIFAP.

#### **14. PAGINAS WEB**

<https://www.fertilizantesyabonos.com/acidos-humicos-de-leonardita/>

[https://www.terraia.com/terraalias/view\\_report?magazine\\_report\\_id=993](https://www.terraia.com/terraalias/view_report?magazine_report_id=993)

