

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta de la Aplicación de Bioestimulantes en el Cultivo de Frambuesa (*Rubus idaeus* L.)

Por:

**MARTÍN FRANCISCO ROCHA RIVERA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta de la Aplicación de Bioestimulantes en el Cultivo de Frambuesa (*Rubus  
idaeus L.*)

Por:

**MARTÍN FRANCISCO ROCHA RIVERA**

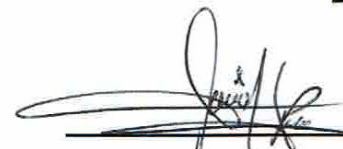
TESIS

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. Armando Hernández Pérez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2019.

## AGRADECIMIENTOS.

*A Dios, por haberme dado sabiduría y salud en esta trayectoria de mi carrera, por no abandonarme y ayudarme a salir adelante, y estar siempre conmigo.*

*A mi **Alma Terra Mater**, por darme el conocimiento y la preparación para enfrentar los retos en mi vida diaria, y por haberme abierto sus puertas de esta gran institución.*

*Al **Dr. José Antonio González Fuentes**, por haberme dado la gran oportunidad y brindarme su confianza y todo el apoyo necesario para la realización de este trabajo de tesis, y por haber sido parte de mi formación profesional y haberme brindado sus conocimientos.*

*A mis **Asesores** por su apoyo y disponibilidad, y en especial al **Dr. Armando Hernández Pérez** por su ayuda prestada y sus conocimientos brindados en el aula de clase.*

*A mis **Profesores**, quienes me educaron y brindaron todos sus conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de su vida profesional, y haber sido parte de mi formación como Agrónomo..*

*A la **T. L. Q. Martina de la Cruz Casillas**, le agradezco por su confianza brindada durante el tiempo de mi carrera, por su amistad, y por la ayuda y todas las facilidades que me brindó para la realización de esta tesis.*

*A la **T. L. Q. Guadalupe Ortiz Ovalle**, por haberme brindado su confianza y ayudarme en la realización de esta tesis.*

Al **Ing. J. Eleazar Molina Colunga** y al **M. C. José Martínez González**, por haber sido parte de mi formación inicial como agrónomo, y brindarme su confianza, y porque sin ellos no hubiera conocido esta institución educativa.

A mis **Amigos**, Iván Cuevas Julio, Ángel Osvaldo Alcántara Nazario, Oscar Oziel Romo Ramírez, Ana Karen Martínez, Manuel Juárez Ozuna, Alonso Villatoro Ventura, Luis Armando Moreno Ibarra, Andrés Medrano Flores, Omar Garduño Zacarías, Joel Gayosso, Pedro Rodríguez, Marco Antonio Aguirre, Adín Hernández Guillén, Diego Arellano, Francisco Albores, Andrea Vázquez y Wilber Arellano Jiménez, por haber compartido conmigo la mejor etapa de mi vida, y porque siempre obtuve un cariño y aprecio mutuo, y haberlos conocidos, y formar parte de esta gran familia Buitre.

Y a todas aquellas personas que colaboraron en mi vida profesional.

**“Buitres por Siempre, Orgullo Narro”.**

## DEDICATORIAS.

A mis **Padres**:

**Martín Rocha Castillo y Celia Rivera Muñiz**

Les agradezco por haberme dado la vida, pero infinitamente por todo su apoyo, por todos sus esfuerzos y por todo su amor que me han brindado, por haberme guiado por el mejor camino de la vida, les agradezco por estar siempre conmigo, por ser los mejores padres, y porque nunca se dieron por vencidos. Los amo.

A mis **Hermanos, Kathia Itzel Rocha Rivera y Emiliano Rocha Rivera**, los quiero muchísimo y agradezco siempre por estar conmigo. A mi hermana por tantas cosas que hemos vivido y por todos los momentos compartidos.

A **Ulises Magdaleno Magniales**, le agradezco por haberme brindado siempre todo su apoyo, y toda su confianza puesta en mí, por haberme dado los mejores consejos y por impulsarme a seguir adelante y a cumplir una meta más en mi vida.

A mis **Tíos**, Cristina Rivera Muñiz, J. Antonio Alarcón Robledo, por haber siempre estado conmigo, por apoyarme y por brindarme siempre todo su amor y cariño, a mi tía Delfina Rivera Muñiz, por haberme siempre brindado su apoyo y confianza, a mi tía Concepción Rivera Muñiz, por haberme apoyado siempre, los quiero muchísimo.

A mis **Abuelos**, Catalina Muñiz Camacho, Manuela Castillo Torres, porque siempre me apoyaron y estuvieron conmigo, a mi abuelo Bartolo Rocha Arredondo (+), que me hubiera gustado que aún estuviera conmigo, los quiero muchísimo.

## Índice

RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
Objetivo general:.....	6
Objetivos específicos: .....	6
Hipótesis: .....	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
Origen del cultivo.....	7
Clasificación botánica.....	7
Taxonomía:.....	7
Descripción botánica.....	7
Raíz.....	8
Hojas.....	8
Tallo.....	8
Flores.....	9
Fruto.....	9
Importancia del cultivo.....	9
Composición química y nutricional del fruto.....	9
Utilización del fruto.....	10
Conservación del fruto.....	11
Refrigeración.....	11
Factores climatológicos.....	12
Factores edafológicos.....	12
Bioestimulantes.....	12
Las sustancias húmicas.....	13
Los ácidos fúlvicos.....	14
Los elementos en las plantas.....	17
El Calcio.....	17

El Magnesio.....	18
El Hierro. ....	18
El Potasio.....	19
Inoculador de suelos.....	20
Aplicaciones foliares. ....	21
Fertilización foliar.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Localización del experimento. ....	22
Material experimental y Tratamientos.....	23
Diseño experimental y Análisis estadístico.....	24
Establecimiento del experimento.....	24
Preparación del sustrato.....	24
Siembra. ....	24
Prácticas culturales. ....	25
La recolección de frutos o cosecha.....	26
Control de plagas y enfermedades. ....	27
Polinización. ....	28
Variables evaluadas.....	28
Altura de Planta (AP). ....	28
Diámetro Inferior de Tallo (DIT).....	29
Diámetro Superior de Tallo (DST). ....	29
Número de Frutos por Planta (NFP).....	29
Número de Frutos por Tallo (NFT).....	29
Diámetro Polar de Fruto (DPF).....	30
Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF). ....	30
Peso Fresco de Fruto (PFF). ....	30
Solidos Solubles Totales (SST).....	30
Vitamina C (VC). ....	31
Número de Drupelas por Fruto (NDF).....	31
Rendimiento por hectárea (RH). ....	32

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
Diámetro Polar de Fruto (DPF).....	32
Diámetro Ecuatorial de fruto (DEF).....	34
Peso Fresco de Fruto (PFF).....	35
Número de Frutos por Planta (NFP).....	36
Número de Frutos por Tallo (NFT).....	37
Número de Drupelas por Fruto (NDF).....	39
Sólidos Solubles Totales (SST).....	40
Vitamina C (VC).....	42
Altura de Planta (AP).....	43
Diámetro Inferior de Tallo (DIT).....	45
Diámetro Superior de Tallo (DST).....	46
Rendimiento por Hectárea (RH).....	47
V. CONCLUSIONES.....	49
LITERATURA CITADA.....	50

### Índice de cuadros

Cuadro 1 Valor nutricional y capacidad antioxidante por cada 100 g de frambuesas en fresco.....	10
Cuadro 2 Características y propiedades de los ácidos fúlvicos según Schnitzaer (1969).....	15
Cuadro 3 Tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa.....	23
Cuadro 4 Calendario de aplicación de los tratamientos.....	23
Cuadro 5 Fertilizantes utilizados en el cultivo de frambuesa.....	26

### Índice de figuras

Figura 1 Estadios de madurez reportados por (Zaffoli et al., 2010).....	27
Figura 2 Comparación de medias para la variable Diámetro Polar de Fruto (DPF).....	33
Figura 3 Comparación de medias para la variable Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF).....	34
Figura 4 Comparación de medias para la variable Peso Fresco de Fruto (PFF).....	36



Figura 5 Comparación de medias para la variable Número de Frutos por Planta (NFP). .....	37
Figura 6 Comparación de medias para la variable Número de Frutos por Tallo (NFT). .....	38
Figura 7 Comparación de medias para la variable Número de Drupelas por Fruto (NDF). .....	39
Figura 8 Comparación de medias para la variable Sólidos Solubles Totales (SST). .....	41
Figura 9 Comparación de medias para la variable Vitamina C (VC). .....	42
Figura 10 Comparación de medias para la variable Altura de Planta (AP). .....	44
Figura 11 Comparación de medias para la variable Diámetro Inferior de Tallo (DIT). .....	45
Figura 12 Comparación de medias para la variable Diámetro Superior de Tallo (DST). .....	46
Figura 13 Comparación de medias para la variable Rendimiento por Hectárea (RH). .....	48

## RESUMEN

En México, el cultivo de berries se ha convertido en uno de los más importantes (SAGARPA, 2017), por el cual se trabajó con el cultivo de frambuesa (*Rubus idaeus* L.), con el objetivo de evaluar el efecto de las aplicaciones de bioestimulantes como lo son las sustancias húmicas y un inoculador de suelos, para mejorar la calidad del cultivo de frambuesa. Se sembraron 17.0 g de raíz en contenedores de 12 L, obteniendo dos plantas por maceta con manejo a dos tallo por planta, se tuvieron seis tratamientos con cuatro repeticiones, que fueron aplicaciones foliares de Fulvato de Calcio, Fulvato de Hierro, Fulvato de Potasio, Fulvato de Magnesio a una dosis de 2 ml L<sup>-1</sup>, e Inoculador de suelos a 1 ml L<sup>-1</sup> aplicado vía riego. Las variables evaluadas en la planta: Diámetro Polar de Fruto (DPF), Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF), Peso Fresco de Fruto (PFF), Número de Drupelas por Fruto (NDF), Número de Frutos por Planta (NFP), Número de Frutos por Tallo (NFT), Sólidos Solubles Totales (SST), Vitamina C (VC), Altura de Planta (AP), Diámetro Inferior de Tallo (DIT), Diámetro Superior de Tallo (DST), Rendimiento por Hectárea (RH). Se encontró que con las aplicaciones de Fulvato de Hierro las plantas producen 60% más de vitamina C, y más drupelas por fruto en 20%, que los frutos no tratados con Fulvato de Hierro, así mismo las aplicaciones de Fulvato de Magnesio incrementan 15% más frutos por planta en el cultivo de la frambuesa. El inoculador de suelos mejora e incrementa el diámetro polar, diámetro ecuatorial, y peso fresco en los frutos de frambuesa.

**Palabras clave:** sustancias húmicas, fulvatos, frambuesa, inoculador, bioestimulantes.

## I. INTRODUCCIÓN

La frambuesa es una de las frutillas más hermosas y deliciosas del mundo, y también una de las más saludables para nuestro organismo, ya que gracias a sus propiedades nutricionales nos beneficia en el fortalecimiento de los huesos, la prevención del cáncer y el control natural del peso (García *et al.*, 2019). Es conocida por ser una fuente rica de minerales, vitaminas, grasas, azúcares simples y ácidos orgánicos, y ésta como otras especies de bayas ha sido valorada por sus propiedades terapéuticas desde la antigüedad (Hummer, 2010), y ha adquirido gran importancia porque se le considera parte de una dieta saludable, dado su alto contenido de compuestos fenólicos que son excelentes antioxidantes (Feng *et al.*, 2016; Manganaris *et al.*, 2014).

El cultivo de frambuesa en México ha despertado mucho interés, ya que tiene una elevada rentabilidad, es un cultivo de rápido retorno desde el segundo año, y además se requiere de un uso intensivo de mano de obra, también presenta una gran versatilidad para su consumo y tiene grandes posibilidades para su exportación (Báscope, 2013). Entre los principales estados productores de frambuesa a nivel nacional se encuentran Jalisco 70.65%, Michoacán 17.96%, Baja California 10.89%, Puebla 0.44%, Estado de México 0.035%, Colima 0.011% y la Ciudad de México 0.0069%, obteniendo un volumen total en la producción en el año 2018 de 130,187.15 toneladas, y con una superficie cultivada de 7,205.92 hectáreas en el territorio nacional, de las cuales solo 2.71 hectáreas son de temporal y el resto son de riego, por lo que el promedio de la producción anual en México es de 18.06 toneladas por hectárea (SIAP, 2018), mientras que para el año 2012 apenas se contaba con una superficie cultivada de 6,649.40 hectáreas, con promedio anual de producción de 14.54 toneladas por hectárea (SIAP, 2012).

El precio promedio rural de una tonelada de frambuesa en el año 2017 fue de 37,413.26 pesos (MXN). Y de las 120,184.24 toneladas de frambuesas producidas en México en el mismo año, 76,951 toneladas fueron exportadas por México hacia

distintos países, principalmente hacia los Estados Unidos de América, ya que por la posición geográfica entre los dos países representa un negocio estratégico (SIAP, 2017). Para el año 2017 en la producción mundial de frambuesa, México, se posiciona como el segundo productor entre los 10 principales países productores mundiales de este cultivo, con 120,184.24 toneladas representando el 14.8%, después de la Federación Rusa con 146,377 toneladas 18%, y seguido por Serbia 13.5%, Estados Unidos de América 13.1%, Polonia 12.9%, España 5.4%, Ucrania 4.2%, Bosnia y Herzegovina 2.8%, Chile 2.4% y Portugal 2.2%, de la producción mundial (FAOSFAT, 2017).

La frambuesa es una especie de la familia Rosaceae, parecida a la zarzamora (*Rubus* spp), pero que se puede diferenciar gracias a que las drupelas que conforman el fruto se desprenden del receptáculo, mientras que en la zarzamora se mantienen adheridas al mismo (Rodríguez y Avita, 1984). En México, el cultivo de berries se ha convertido en uno de los más importantes (SAGARPA, 2017), los cuales incluyen a la fresa, la zarzamora, el arándano y la frambuesa (Macías, 2013; SAGARPA, 2012). Es por ello que se ha optado por hacer mejoras en la producción alimentaria, y se ha despertado un gran interés en la producción de fertilizantes húmicos en todo el mundo, ya que el uso de estos en la agricultura ha permitido que se produzcan humatos y fulvatos procedentes de varias materias primas orgánicas entre ellas la turba, la leonardita y otro tipo de lignitos (Sivakova, *et al.*, 2010).

Las sustancias húmicas influyen principalmente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, al mejorar el crecimiento radicular y la formación de los pelos radicales, ya sea por aplicación foliar o adicionados en el suelo (Sánchez *et al.*, 1994; Moreno, 2009). Estas sustancias húmicas son moléculas electrolíticas y se componen de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, las cuales se definen como macromoléculas orgánicas con una estructura química compleja, distinta y estable, la cual proviene de la degradación de plantas, animales, y debido también a la actividad enzimática de los microorganismos y metamorfismo orgánico (Sutton y Sposito, 2005). Es por ello, que el uso de las sustancias húmicas propiamente el uso de los ácidos fúlvicos estimulan y balancean las células, creando un óptimo

crecimiento y condiciones de replicación (Poapst y Schnitzer, 1971; Husein, *et al.*, 2015), además de mejorar la permeabilidad de la membranas celulares (Christmas y Gjessing, 1983; Husein, *et al.*, 2015).

Existen investigaciones que mencionan que las plantas tratadas con ácidos fúlvicos tienen efectos benéficos en las raíces y en los brotes (McCarly, 1985) de tomate, arroz y rábano (Khang, 2011; Husein, *et al.*, 2015), ya que los ácidos fúlvicos son particularmente muy preferidos por que permiten disminuir el estrés en la planta, ayudando así a absorber otros minerales y a contribuir mejorando la producción y la calidad (Bethke, *et al.*, 1987, Husein, *et al.*, 2015). Además, las sustancias fúlvicas al aplicarse al suelo y a las plantas de manera foliar, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir las dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Pimienta, 2004). Los ácidos fúlvicos contienen amino azúcares y, posiblemente, sustancias reductoras en mayor cantidad que los ácidos húmicos (Cepeda, 1991). Los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos también se pueden combinar con diversos nutrientes para convertirse en potentes fertilizantes, cuando esto sucede se les atribuye el nombre de humatos y fulvatos (González, 2013). Estos compuestos pueden acelerar la división celular y así lograr estimular el crecimiento y el desarrollo vegetal e incrementar la energía celular y regular el metabolismo de la planta, para prevenir que los nitratos se acumulen en las plantas, y se pueda incrementar la resistencia a los insectos y a las enfermedades mediante el fomento a la tolerancia de las temperaturas extremas como el calor, las heladas y diversos factores físicos (Jackson, 1993; Husein, *et al.*, 2015). En el suelo se pueden presentar todos los elementos necesarios para la nutrición vegetal, y éstos pueden estar en una forma no disponible para la absorción radicular, como lo es el hierro y el fósforo, que cuando el suelo o el medio de crecimiento es alcalino, es conveniente realizar fertilizaciones a nivel foliar de esos nutrimentos, constituyendo una nutrición o fertilización complementaria (Rodríguez 1982, Beltrán 2000). Así que con la fertilización foliar se evita además el riesgo de pérdidas económicas, ya que se reducen las cantidades necesarias de los fertilizantes, y las aplicaciones se hacen en etapas fenológicas, todas ellas cercanas a la floración, que es cuando en muchos de los cultivos muestran un

incremento en la actividad metabólica, incluyendo la absorción de nutrimentos (McVickarr *et al.*, 1963). Marschner, 1995). Anteriormente, el uso de la fertilización orgánica e inorgánica se propuso que estas disminuían las pérdidas por lixiviación de nutrientes, en aguas superficiales y subterráneas. Por lo tanto, el efecto combinado de la materia orgánica y la mineral, para producir fertilizantes orgánico-minerales pareció mucho más ideal, con el objetivo de suministrar los nutrientes necesarios en las primeras etapas de desarrollo de las plantas y para minimizar los costos de los materiales amigables con el medio ambiente (González *et al.*, 1992).

Es por ello, que se necesita introducir en los campos mexicanos el uso de las sustancias húmicas, o bien el uso de los fulvatos, ya que mejoran las condiciones de las plantas, permitiendo tener un mayor rendimiento y calidad en los cultivares de frambuesa, propiciando una mayor disponibilidad de nutrimentos, menos contaminación y generar información sobre el uso de los fulvatos que pueden ser los más aptos para la frambuesa, y no representen pérdidas económicas.

**Objetivo general:**

Evaluar el efecto de las aplicaciones de sustancias húmicas y un inoculador (E-microzyme) en la calidad del cultivo de frambuesa.

**Objetivos específicos:**

- Evaluar la calidad de fruto y rendimiento en el cultivo de frambuesa en respuesta a la aplicación de bioestimulantes.
- Determinar la dosis adecuada del producto que propicie un incremento en rendimiento y calidad de frutos de frambuesa.

**Hipótesis:**

Al menos una de las aplicaciones foliares de bioestimulantes, provocaran diferentes respuestas fisiológicas en las planta y en el fruto de frambuesa.

**II. REVISIÓN DE LITERATURA**

## **Origen del cultivo.**

El cultivo de frambueso rojo (*Rubus idaeus* L.), se remonta de forma silvestre, en los montes de Ida, en las islas de Creta, sin embargo algunos autores definen que se expandió a partir de los montes de Ida en Turquía. La primera descripción de la planta de frambuesa, se remonta al siglo I, realizada por Plinio el viejo, pero los primeros registros como su domesticación, los documentó Palladius, un agricultor romano en el siglo IV. Así, que fueron los romanos quienes entonces extendieron el cultivo de frambuesa por toda Europa, desde Grecia hasta los Países Bajos. Este cultivo se hizo muy popular durante la edad media. Para el siglo XVIII, la exportaron hacia Nueva York, y a finales del siglo XIX, ya se cultivaban más de 20 variedades de frambuesa en Inglaterra y en los Estados Unidos de América. Y se hicieron mejoras de este cultivo cruzando los cultivares de ambos países mencionados (García *et al.*, 2014).

## **Clasificación botánica.**

### **Taxonomía:**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Rubus*

Especie: *Rubus idaeus* L.

Nombre común: frambuesa

(Edees y Newton, 1988).

## **Descripción botánica.**



### **Raíz.**

El sistema radical de la frambuesa se encuentra situado en la parte más superficial del suelo, el 80% de la raíz es encontrado en los primeros 30 cm. Compuesto en su mayoría por raíces finas, gruesas y leñosas que sirven de soporte a la planta, pero principalmente es un medio de transporte de nutrientes y reserva de alimentos. Sobre las raíces gruesas y leñosas se forman yemas adventicias sobre las cuales surgen brotes nuevos todos los años, asegurando una producción en el cultivo (García *et al.*, 2014).

### **Hojas.**

Las hojas que presenta la planta de frambuesa son alternas, compuestas y estipuladas, están formadas de 5 a 7 folíolos doblemente aserrados, de color verde en el haz y presentando ligeramente un color blanquecino en el envés, con abundante vello, con ligeras espinas y nervios muy marcados.

### **Tallo.**

Son más o menos vigorosos y están cubiertos de un número variable de espinas en la mayoría de los casos. Pueden llegar a alcanzar hasta los 3 metros de altura, tienen un crecimiento vertical, y se inclinan ligeramente cuando se está en producción con el peso de la fruta. Los tallos se pueden manejar como productores anuales o bianuales, y se clasifican como; productoras de otoño (cultivares como Heritage, Citadel, Autumn Bliss, Summit, Amity y Autumn Bitten) y productoras de verano, cultivares como Meerker, Tulameen y Willamette).

Las productoras de otoño son aquellas que producen en la parte terminal de los tallos que crecieron en el mismo año (Oliveira *et al.*, 2004), también llamados primocañas, que visualmente se pueden identificar ya que presentan un color verde desde el ras del medio de crecimiento, estos tallos se despuntan en invierno en la parte que produjeron, y las yemas basales restantes emitirán una segunda floración

en la primavera-verano del siguiente año, también llamados floricañas, que son las cañas ya lignificadas, y finalmente estos tallos son eliminados al ras del suelo en el invierno (Rodríguez y Avitia, 1984). La fecha en que se realiza la poda es muy importante ya que afecta la producción, la densidad de tallos y las reservas de carbohidratos en la raíz, de tal manera que la poda tardía reduce el rendimiento y disminuye las reservas en la raíz para el siguiente año (Oliveira *et al.*, 2004).

### **Flores.**

Las flores se agrupan en inflorescencias, son hermafroditas, el cáliz está formado por 5 sépalos, de color blanco, y están compuestas de 5 pétalos con numerosos estambres y pistilos y cada uno de ellos tiene un ovario. La mayoría de las variedades son totalmente autofértiles, pero la polinización cruzada mejora las producciones.

### **Fruto.**

El fruto está formado por un gran número de drupas agrupadas entre sí, formando una polidrupa en torno al receptáculo, del cual se desprende en el estadio de maduración, cada fruto tiene adherido un pelo de color amarillo oro (SIAP, 2016). La mayoría de las variedades producen frutos de color rojo intenso que es el más común en las frambuesas, pero también existen variedades que producen frutos de color amarillo, púrpura o negro. Su pulpa es jugosa y contiene un gran número de diminutas semillas, a las que a cada una de ellas recibe el nombre de drupela, presentando normalmente una semilla. El sabor es acidulado, aromático y perfumado (García *et al.*, 2014).

### **Importancia del cultivo.**

#### **Composición química y nutricional del fruto.**

Los frutos de frambuesa contienen un porcentaje moderado de hidratos de carbono, mientras que su contenido en proteínas y lípidos, es bastante escaso, contienen un alto contenido de compuestos fenólicos como monofenoles, polifenoles y flavonoides, y también se encuentran las antocianinas, ácido eláxico e hidroxicinamatos, que junto a las vitaminas C y E, son un alimento con gran capacidad antioxidante (Kahkonen *et al.*, 2001). Se ha demostrado que reducen la peroxidación lipídica (enfermedad cardiovascular), y ejercen un efecto protector frente al cáncer de cavidad oral y esófago. Además tienen una acción antimicrobiana, potenciadora del sistema inmune y reguladora de la presión arterial y la glucemia (Casto *et al.*, 2002).

*Cuadro 1 Valor nutricional y capacidad antioxidante por cada 100 g de frambuesas en fresco.*

<b>Componentes por cada 100 g</b>	
Valor energético (Kcal)	52,000
Agua (g)	85,700
Proteína (g)	1,200
Hidratos de carbono totales (g)	11,900
Fibra dietética (g)	6,500
Azúcares (g)	4,400
Lípidos totales (grasas) (g)	0,700
Saturados (g)	0,019
Monoinsaturados (g)	0,064
Poliinsaturados (g)	0,375
Colesterol (mg)	0,000
<b>Vitaminas</b>	
Vit A (UI)	33,000
Vit C (mg)	26,200
Vit E (mg)	0,900
Vit K (ug)	7,800
<b>Minerales</b>	
Calcio (mg)	25,000
Hierro (mg)	0,700
Magnesio (mg)	22,000
Fósforo (mg)	29,000
Capacidad antioxidante (ORAC: umol equivalente Trolox/100 g)	5,065

#### **Utilización del fruto.**

Los frutos de frambuesa generalmente su consumo es en fresco, y esto representa el 90% de la producción mundial, por lo que al consumirlas no se deben lavar, o su consumo también puede ser en frutos congelados, pero una vez descongelados, quedan remojados y con otro aspecto, por lo que se aprovechan para otras preparaciones, y el 10% de la producción restante en forma de conservas caseras e industriales como para la elaboración de salsas, vinagres, mermeladas, yogures, helados, licores, repostería, zumos, entre otros; pero también se utilizan para elaborar aromatizantes y jarabes, en algunas regiones de México son utilizados para hacer tamales y pulque artesanal (SIAP, 2016).

### **Conservación del fruto.**

Los frutos por naturaleza son frágiles y pedecederos, así que requieren de un tratamiento especializado para su comercialización. El tiempo que transcurre entre la cosecha de la fruta y la refrigeración influye de manera negativa en la calidad. Por ello se requiere de infraestructura para conservar y poder trasladar los frutos a temperatura adecuada, para que mantengan las características y la calidad deseada. De esto depende el éxito de los productores de berries (SDRC, 2013).

### **Refrigeración.**

Para su consumo en fresco es importante que el tiempo que transcurre entre la recolección del fruto y la refrigeración no sobre pase las 4 horas, si el circuito comercial es corto y va de los 2 a los 3 días desde la cosecha, la refrigeración es de manera convencional de 4 a 6 °C, pero cuando el fruto requiere de un período de conservación de varios días, es necesario realizar un pre-enfriado rápido, bajando la temperatura a 4 °C en las tres primeras horas de la recolección, mediante la circulación de aire forzado, y enseguida refrigerarlo a 0 °C con una humedad relativa del 90-95% (García *et al.*, 2014).

### **Factores climatológicos.**

El cultivo de frambuesa es medianamente resistente a los fríos invernales y a las altas temperaturas del verano. Cuando el cultivo se encuentra en etapa de floración, es cuando es más sensible al frío. La planta cuando se encuentra en etapas de floración de botón cerrado las temperaturas críticas oscilan de -1 a 3 °C, y cuando la flor está abierta y el fruto recién cortado las temperaturas críticas van de 0 a 7 °C.

La temperatura mínima de crecimiento que debe tener el cultivo es de 10 °C, el rango de la temperatura óptima para el crecimiento es de 18 a 24 °C, con un límite máximo de temperatura de crecimiento de los 28 a 32 °C. Las variedades generalmente necesitan de un requerimiento promedio de 750 a 1300 horas frío (Leiva *et al.*, 2017).

### **Factores edafológicos.**

La frambuesa se adapta a distintos tipos de suelo, en especial a los suelos francos, ya que es una especie muy exigente de oxígeno a nivel radicular, y muy sensible a la asfixia, que puede ser inducida con encharcamientos de los suelos (García *et al.*, 2014).

Requiere de una profundidad de suelo de hasta los 100 cm, y tolera los pH de 7.0 como máximo y 5.8 como mínimo, siendo el pH ideal para su crecimiento de 6.2 a 6.8. Es una planta relativamente sensible a la salinidad y el valor tolerado de conductividad eléctrica debe ser menor a 1.2 dS/m, con un valor crítico de salinidad no mayor a 1.5 dS/m (Leiva *et al.*, 2017).

### **Bioestimulantes.**

Los bioestimulantes son sustancias que actúan como activadores fisiológicos, para la absorción de nutrientes y mitigación el estrés salino (Reyes *et al.*, 2014).

El empleo de los bioestimulantes en la agricultura, abaratan la producción agropecuaria, reducen los riesgos de contaminación ambiental, mejoran las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, tienen un buen nivel de fertilidad y sanidad, aumentan la calidad y cantidad de los cultivos, mitigan el estrés abiótico, mejoran el crecimiento y desarrollo e incrementan los rendimientos en los cultivos (Biasutti y Galiñares, 2005; Cussaianoviich, 2001; Terry y Leiva, 2006).

### **Las sustancias húmicas.**

Las sustancias húmicas se dividen en tres, las cuáles son los ácidos húmicos, los ácidos fúlvicos y las huminas (Aiken *et al.*, 1985). La técnica de fraccionamiento más común y aceptado es la basada en las diferentes solubilidades en agua a varios valores de pH. Así, que se pueden distinguir como:

- ❖ Ácidos húmicos: es la fracción insoluble en agua en condiciones ácidas, pero solubles a valores alcalinos de pH.
  
- ❖ Ácidos fúlvicos: es la fracción soluble en agua en todo el intervalo de pH.
  
- ❖ Humina: es la fracción insoluble a cualquier valor de pH.

También las sustancias húmicas se pueden definir como asociaciones supramoleculares relativamente pequeñas, agrupadas por interacciones hidrofóbicas y puentes de hidrógeno (Canellas *et al.*, 2008). La importancia de las formas de humus, y la necesidad de la clasificación y extracción es reconocida, ya desde los inicios de la ciencia del suelo (Bonifacio *et al.*, 2011). Las interacciones que existen entre las sustancias húmicas y los iones metálicos, se han descrito

como de intercambio de iones, superficie de adsorción, capacidad de quelación, coagulación y reacciones de peptización. El grado de unión a los polímeros húmicos de metal puede variar con el tamaño y la configuración del material húmico, condiciones de pH, fuerza iónica de la solución, así como las propiedades químicas del metal y la abundancia relativa de metal y las sustancias húmicas (Kalinichev y Kirkpatrick, 2007). Ermakov *et al.*, (2000) reportan que el ácido húmico absorbido por las células, aumenta su permeabilidad y la absorción de nutrimentos.

Las sustancias húmicas, también favorecen el transporte de iones, facilitando la absorción y la acción directa en respiración, fotosíntesis y síntesis de proteínas, mediante el aumento o disminución de la actividad de enzimas como la de la H<sup>+</sup> ATPasa de la membrana plasmática (Canellas y Facanha, 2004), y el contenido de metabolitos y la actividad hormonal, principalmente tipo auxina (Nardi *et al.*, 2002).

### **Los ácidos fúlvicos.**

Los ácidos fúlvicos son la sustancia más prominente en la materia orgánica, contienen un considerable contenido de componentes de nitrógeno y carbohidratos (Schnitzer, 1969). Son originarios de la materia orgánica y al igual que los ácidos húmicos, tienen una alta capacidad de intercambio catiónico, con un rango que va de 200 a 300 meq/100 g, esto dado por la presencia de los grupos carboxílicos y fenólicos (Schnitzer y Gupta, 1965.) Estos grupos carboxílicos y fenólicos están en forma libre, y pueden adsorber cationes, y son los cationes bivalentes los que se adhieren a estas cargas negativas, seguidos por los cationes monovalentes. El H<sup>+</sup> varía en este aspecto, ya que al adherirse con estos grupos, tiende a formar un enlace químico (Gómez, 2012).

Estos ácidos fúlvicos son altamente oxidados, biológicamente estables, solubles en el agua, y funcionan naturalmente como un agente soluble que genera uniones de iones metálicos divalentes y trivalentes, (Schnitzaer, 1969) menciona que los ácidos

fúlvicos son resistentes a la degradación biológica debido a su datación por radiocarbono, y pudo identificar algunas propiedades de los ácidos fúlvicos destacando las siguientes:

*Cuadro 2 Características y propiedades de los ácidos fúlvicos según Schnitzaer (1969).*

<b>Composición elemental (base seca libre de cenizas)</b>	
C	50.9 %
H	3.35 %
N	0.75 %
S	0.25 %
O (por diferencia)	44.75 %
<b>Contenido de oxígeno en grupos funcionales (meq/g muestra de seca libre de cenizas)</b>	
Ácido total	12.4
Grupos carboxilos	9.1
Total grupos hidroxilos	6.9
Hidroxilos fenoles	3.3
Alcoholes hidroxilos	3.6
Carbonilos	3.1
Peso molecular promedio	670
Fórmula molecular	$C_{20}H_{12}(COOH)_6(OH)_5(CO)_2$
Solubilidad	100 % en agua, 90% en metanol, 60% en acetona, insoluble en benceno, cloroformo y cloruro de carbono.
Aromaticidad	61 % de C nuclear
Propiedades físicas	Inactivo ópticamente D(20*)=1.61 g/cm <sup>3</sup> Fechado por la edad del hidrocarburo 600 +- 50 años
Espectro UV (en etanol)	Max a 215 m <sub>μ</sub> (log <sub>e</sub> =4.61) desnivel a 260 m <sub>μ</sub> (log <sub>e</sub> =4.45)
Espectro infrarrojo (cm-1) (KBr bola)	3,380 (fuerte enlace de hidrógeno OH), 2910 (desnivel alifático C-H), 1720 (fuerte C=O de COOH), 1620 (fuerte enlace aromático (C=C), enlace de hidrógeno C=O de carbonilo, COO-), 1460 (medio, C-H deformación), 1200 (medio COOH).

Canellas *et. al.*, (2015) define a los ácidos fúlvicos como asociaciones de pequeñas moléculas hidrófilas, en las cuales, hay suficientes grupos funcionales ácidos para mantener los grupos fúlvicos dispersos en una solución a cualquier pH. (Bethke, *et.*



*al.*, 1987) reportó que los ácidos fúlvicos ayudan a absorber otros minerales en la planta, puesto que los quelatos y las decenas de enlaces de minerales en los ácidos fúlvicos se encuentran biodisponibles dentro de las células, y tiene como objetivo, servir como catalizadores para las diferentes vitaminas dentro de las células, y además de ser una de las sustancias más eficientes para transportar las vitaminas dentro de la misma (Poapst and Schnitzer 1971; Williams 1977; Christman y Gjessing 1983; Cacco y Dell Agnolla, 1984; Russo y Berlyn, 1990; Jackson, 1993 y Fahramand *et al.*, 2014; Husein, *et. al.*, 2015).

Las sustancias constituyen una fracción de la materia orgánica del suelo más importante, ya que mejoran la estructura y fertilidad del suelo, así como en el crecimiento de las plantas (MacCarthy, 2001). Los ácidos fúlvicos contienen sustancias reductoras y posiblemente en cantidades mayores que los ácidos húmicos, estos ácidos fúlvicos son el material sobrante en la solución una vez que se ha extraído el ácido húmico por acidificación, tienen carga negativa y son solubles en álcalis y ácidos (Schnitzer y Gupta, 1965).

Los ácidos húmicos y fúlvicos tienen la misma fuente de origen y son muy similares en su estructura y en el contenido elemental, pero la principal diferencia entre estas sustancias está en el tamaño molecular del ácido fúlvico que es menor, lo que le proporciona un aumento de solubilidad en el agua a lo largo del intervalo de pH (Giasuddin *et al.*, 2007). La leonardita se utiliza como una fuente principal de las sustancias húmicas, y se preparan mediante el procedimiento de extracción de leonardita, y se pueden obtener partir de tres métodos: por medio de la extracción alcalina, la extracción ácida y por fermentación de microorganismos. En la actualidad, la extracción alcalina de las sustancias húmicas es a partir de leonardita y que actualmente se utiliza ampliamente (Yuan *et al.*, 2006; Zou *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2011).

Siendo el ácido fúlvico una alternativa para eficientar los nutrimentos en los cultivos, combinando compuestos orgánicos con inorgánicos, y permitiendo a las plantas a superar los efectos adversos de la salinidad del suelo, mejorando la agregación, la aireación, la permeabilidad, la capacidad de retención de agua, la absorción de

micronutrientes, la disponibilidad y la disminución en la absorción de algunos elementos tóxicos (Ryabova, 2010).

## **Los elementos en las plantas.**

### **El Calcio.**

El calcio es uno de los elementos más abundantes en la tierra. En el suelo y en las plantas, el calcio se encuentra en forma de catión divalente  $\text{Ca}^{2+}$ , prevalece más en suelos áridos que en suelos húmedos debido a que su capacidad de intercambio catiónico es baja. La concentración de absorción de los iones de calcio disponible en el suelo es mucho más favorecedora que cualquier otro elemento disponible, debido a los puntos de intercambio catiónico que son consecuencia del tamaño del ion de calcio hidratado muy pequeño en relación con su carga  $2+$ , llegando a su punto máximo en el humus (Naylor y Overstreet, 1969; Thompson y Troeh, 1988).

El calcio es un componente estructural de la pared celular, por lo que las raíces de las plantas, cuando está en deficiencia no penetran en las capas de suelo carentes de este elemento, aunque las restantes condiciones sean favorables para su crecimiento, y aunque se encuentre calcio disponible en otras capas (Wadleigh, 1957; Thompson & Troeh, 1988), es por ello que la deficiencia de calcio impide a la planta la exploración de nuevos espacios de suelo, para así poder obtener agua y nutrientes. En la planta las partes más susceptibles a presentar deficiencias de calcio son los meristemas radicales, los tallos y las hojas, en donde hay división celular, debido a que se requiere de este elemento para formar una nueva lámina media en la placa celular que surge entre las células hijas. Además de ser esencial para las funciones normales de las membranas celulares. Las mayores concentraciones de calcio que la planta absorbe, se encuentran en las vacuolas y permanecen unidos en las paredes celulares a los pectatos de calcio (Salisbury y Ross, 1994). Todos los organismos mantienen concentraciones bajas de calcio libre en el citosol, estos gradientes de calcio son importantes para la función celular

normal, no solamente durante la señal de transducción de eventos, sino también para la regulación de procesos metabólicos en el citoplasma y orgánulos, (Salisbury y Ross, 1994), el calcio provoca un engrosamiento en la pared celular.

### **El Magnesio.**

La forma química de absorción del magnesio es como catión divalente  $Mg^{2+}$ . La mayor parte de magnesio en las plantas se encuentra en la clorofila, y es un elemento estructural ya que la molécula de la clorofila contiene un ion de magnesio en su núcleo. También actúa como activador enzimático al combinarse con el ATP (trifosfato de adenosina) y otras enzimas necesarias en la fotosíntesis, la respiración y la formación de DNA y RNA. Existe una bomba de calcio en la membrana plasmática de algunas especies (Kasai y Muto, 1990; Salisbury y Ross, 1994), a esta se le denomina  $(Ca + Mg) - ATP$  así porque depende de un quelato de  $Mg^{2+}$  y ATP para movilizar el  $Ca^{2+}$  (Salisbury y Ross, 1994).

La deficiencia de magnesio en la planta provoca el origen de la clorosis que se va manifestando primero en las hojas inferiores (viejas), por una pérdida de color que avanza desde el ápice y los márgenes de la hoja hacia el centro de la misma, sin embargo su deficiencia no es un limitante para el crecimiento vegetal (Salisbury y Ross, 1994).

### **El Hierro.**

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Los quelatos de Fe están usualmente presentes en suelos espodosoles y andosoles, y tienen una alta movilidad. Debido al grado de saturación de complejo con metales y también a los diferentes tipos de ligamentos orgánicos. En espodosoles, los ligamentos orgánicos son por lo general ácidos fúlvicos, en cambio en molisoles y andosoles son principalmente ácidos húmicos (Tan, 2011).

En las plantas el hierro se presenta como iones  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$ , su deficiencia se caracteriza por desarrollar una clorosis intervenal pronunciada, similar a la causada por deficiencia del magnesio, pero ésta a diferencia, se presenta en las hojas más jóvenes, y se van poniendo completamente amarillas o inclusive blancas, con lesiones necróticas debido a que algunas de las enzimas que catalizan reacciones de la síntesis de clorofila requieren de  $Fe^{2+}$ . Por lo general se almacena en los cloroplastos en forma de hierro-proteína denominado fitorrerritina (Seckback, 1982; Salisbury y Ross, 1994).

También es esencial debido a que forma parte de ciertas enzimas y numerosas proteínas que acarrean electrones durante la fotosíntesis y la respiración, y actúa como portador de electrones en las proteínas (Salisbury y Ross, 1994). Es insoluble en soluciones nutritivas si se suministra como sales inorgánicas comunes, esta solubilidad es muy marcada si el pH es mayor de 5, así, en estas condiciones los micronutrientes catiónicos reaccionan con iones hidroxilo hasta que se forma un precipitado de óxido metálico hidratado insoluble. En suelos calcáreos la deficiencia del hierro es un problema muy difundido (Salisbury y Ross, 1994). Se sabe que las plantas deficientes de hierro producen cinco veces más etileno que las plantas no deficientes (Jankiewicz y Urbanczyk, 2003). En un experimento con fulvato de hierro y ácidos húmicos en el cultivo de tomate, realizado bajo condiciones de invernadero, Cuevas (2001), concluyó que el fulvato de hierro, al aplicarse solo, presentó un comportamiento similar a los quelatos comerciales (Sequestrene 138 y Sequestrene 330) en el control de la clorosis férrica.

### **El Potasio.**

El potasio es un macronutriente esencial muy importante que permite el funcionamiento de los sistemas agropecuarios. Este elemento cumple con funciones vitales en las plantas y por lo tanto su deficiencia origina importantes mermas en el rendimiento y en la calidad de los cultivos. La aplicación de  $K^+$  a través

del uso de fertilizantes es una práctica cotidiana, y por ello el conocer las bases de su dinámica en los sistemas agrícolas, es importante para desarrollar nuevas técnicas de fertilización sustentables (Rodríguez, 1990). Entre sus funciones principales, el  $K^+$  se encarga de activar la enzima llamada almidón sintasa que es la encargada de catalizar la síntesis de la formación de almidones en los cloroplastos, siendo una de las razones por las cuales el  $K^+$  es esencial para las plantas y que probablemente sean azúcares solubles y no almidones los que se acumulen en las plantas con deficiencias de  $K^+$  (Salisbury y Ross, 1994).

El Potasio también es un elemento que mejora notablemente los productos en su aspecto, tamaño, color y sabor. En los frutales, el potasio fortalece las cáscaras y da mayor consistencia a la pulpa (Collings, 1969).

### **Inoculador de suelos.**

El producto comercial E-MICROZYME® Biofertilizante (utilizado en el experimento), es un inoculante de suelos y regulador nutricional (potenciador de nutrientes microbiano) y concentrado líquido. Es un complejo microbiano enzimático 100% orgánico y ecológicamente seguro que contiene una gran variedad de microorganismos del suelo que ayudan a aumentar la fertilidad de los suelos y proveer nutrientes vitales a todo tipo de plantas y cultivos. Los microorganismos del producto se encuentran en un estado latente con larga vida de anaquel, debido al líquido estabilizador, los microorganismos primarios que conforman el producto son (*Azotobacter vinelandii*) y (*Clostridium pasteurianum*). Cuando el concentrado es diluido en agua, los microorganismos salen de su estado latente, se activan, y comienzan a multiplicarse, estando listos para ser aplicados al suelo o tanque de nutrientes.

Al ser aplicados, inician un proceso de colonización, principalmente en la zona radicular de las plantas. Esta colonización dura un promedio de 3 a 5 semanas (dependiendo de la dosis de aplicación, y la fertilidad, humedad, temperatura y tipo del suelo). Cuando los microorganismos se han establecido, el suelo contará con

una gran variedad de microorganismos tanto aeróbicos, anaeróbicos como facultativos, propios de un suelo fértil. Por medio de este proceso de colonización, el suelo recuperará la parte viva y activa de su materia orgánica y presentará mejores condiciones físico-químicas. Los microorganismos trabajan de forma directa e indirectamente en la fijación y mineralización del nitrógeno atmosférico, y en la fijación, mineralización y absorción de fertilizantes, ya sean de tipo orgánico, mineral o sintético. Todos estos procesos se llevan a cabo a un ritmo más elevado y eficiente, y por periodos más largos, debido a la inmovilización de células bacterianas y enzimas de la fórmula (Mydagro, 2018).

Otro aspecto importante a tomar en consideración en el crecimiento de las plantas, y que se encuentra en estrecha relación con el nivel nutricional de las mismas, es el contenido de las proteínas foliares presentes en las plantas, debido a que una de las funciones fundamentales de los microorganismos inoculados, es estimular el desarrollo radical de las plantas, lo que posibilita una mayor exploración del sistema radical para una mejor absorción de nutrimentos (Terry *et al.*, 2006).

## **Aplicaciones foliares.**

### **Fertilización foliar.**

La fertilización foliar es otra forma en que se puede abastecer a las plantas con nutrimentos y es de simple aplicación, la cual no ha sido plenamente aprovechada para los cultivos. La fertilización foliar es eficiente para corregir desórdenes nutrimentales y para poder lograr un adecuado nivel nutricional en las plantas. La cantidad de nutrimentos requeridos vía follaje es menor que cuando se aplica vía suelo; así, al utilizar menor cantidad de fertilizantes, se reduce el riesgo de la contaminación ambiental por nitratos y otros agroquímicos (Gray, 1997). También es una técnica de relevante utilidad en aquellos casos donde la disponibilidad nutrimental es un problema, además de que constituye el medio más rápido para que las plantas utilicen los nutrimentos (Tisdale y Nelson, 1985; Marschner, 1995)

Según Hidalgo *et al.*, (2007), la aplicación de soluciones foliares en tomate desarrollado en una solución nutritiva de Steiner al 100 % tuvo un efecto positivo, y con la fertilización foliar se ha evitado deficiencias de Ca y Mg en hortalizas y que el N, P y K, puede darse pero no parecen ser ventajosos con respecto a la aplicación al suelo, sin embargo, la aspersión foliar es útil si se da al empezar la floración o fructificación (Rojas 1982; Beltrán, 2000).

Marschner (1995), y Acosta (1991), indican que los sitios principales de penetración de los nutrimentos aplicados vía foliar, son por los estomas y la cutícula. Entre los factores que afectan la absorción foliar se encuentran las condiciones climáticas: como la temperatura ambiental, la luz y humedad relativa y las condiciones que se refieren a las características de la solución: tipo de ion, pH, ion acarreador, concentración, adición de surfactantes y de adherentes. Cuando la temperatura es relativamente elevada, la respiración de las plantas aumenta, provocando que la absorción disminuya. Al aumentar la luminosidad aumenta también la absorción foliar. Una alta humedad relativa disminuye la tasa de evaporación de la solución asperjada, además favorece la permeabilidad de la cutícula, reduciendo el daño por quemaduras. Los iones que son más fácilmente absorbidos son los de menor radio iónico hidratado y los que presentan menor carga eléctrica. El intervalo de pH más adecuado no es igual para todos los nutrientes, el más conveniente es el que favorece una mayor disociación. La concentración de la solución foliar debe ser tal que haga máxima su absorción, soluciones relativamente diluidas no cubren la demanda potencial de la planta, soluciones relativamente concentradas limitan por efecto osmótico la absorción de agua y el transporte dentro de la planta de nutrimentos transportados.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización del experimento.**

El presente trabajo se realizó en un invernadero tipo túnel de mediana tecnología, con pared húmeda automatizada, y dos extractores que son activados con un sensor de temperatura a los 25° C en verano y en invierno a 30° C.

Se encuentra situado en el Departamento de Horticultura, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, localizada geográficamente a 25° 21´ 21.8´´ Latitud Norte y 101° 02´ 06.5´´ Longitud Oeste, a una altitud de 1742 m.s.n.m.

### **Material experimental y Tratamientos.**

El material utilizado en este experimento fue raíz de frambueso (*Rubus idaeus* L.), de la variedad UPx3010. En el presente trabajo los tratamientos 1, 2, 3, 4, y 5 (Cuadro 3), fueron aplicados de manera foliar con la ayuda de un atomizador, utilizando agua purificada. El tratamiento 6 se aplicó directamente al sustrato, en forma de riego. Se hicieron un total de siete aplicaciones, con un lapso de 15 días entre cada aplicación. Las primeras cuatro aplicaciones se realizaron en etapa vegetativa de la planta, y las otras tres restantes se realizaron en etapa de floración y fructificación.

*Cuadro 3 Tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Tipo de tratamiento</b>	<b>Dosis</b>
Tratamiento 1	Testigo (Solo agua)	
Tratamiento 2	Fulvato de Calcio	2 ml L-1
Tratamiento 3	Fulvato de Hierro	2 ml L-1
Tratamiento 4	Fulvato de Potasio	2 ml L-1
Tratamiento 5	Fulvato de Magnesio	2 ml L-1
Tratamiento 6	Inoculador E-mycrozime	1ml L-1

*Cuadro 4 Calendario de aplicación de los tratamientos.*

<b>N° de aplicación</b>	<b>Fecha de aplicación</b>
1	30-Marzo-2018
2	14-Abril-2018
3	29-Abril-2018



4	14-Mayo-2018
5	29-Mayo-2018
6	13-Junio-2018
7	28-Junio-2018

### **Diseño experimental y Análisis estadístico.**

El experimento se realizó con el diseño experimental Completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, con un total de 24 unidades experimentales.

El análisis estadístico de los datos obtenidos en el experimento, fueron evaluados con el paquete estadístico SAS, versión 9.0, y para separación de medias se utilizó la prueba de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%.

### **Establecimiento del experimento.**

#### **Preparación del sustrato.**

Se utilizaron bloques de sustrato de Fibra de coco, los cuales se colocaron en contenedores de plástico de 12 L, y se sumergieron en agua potable enriquecida con 10 meq L<sup>-1</sup> de Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4 H<sub>2</sub>O y 5 meq L<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub> 7 H<sub>2</sub>O, y se dejaron reposar por 24 horas, para permitir la hidratación de los bloques de fibra de coco y el desplazamiento de Na<sup>+</sup> que pudiese contener el sustrato. Al día siguiente, se sacaron del agua y se desintegraron los bloques de sustrato con las manos para uniformizarlo en la maceta. Posteriormente se realizó un lavado para eliminar los excedentes de sales en el sustrato hasta obtener en el drenaje de lavado la misma conductividad eléctrica (CE) del agua, y de esta manera asegurar un buen desarrollo de las raíces. Las propiedades físicas del sustrato fueron 25 % de aireación efectiva, 62 % de contenido volumétrico de humedad y 87 % de porosidad total.

#### **Siembra.**

Se utilizó raíz de frambueso, que previamente fue tratada con fungicida (Tecto 60) sumergiendo la raíz durante 15 minutos, posteriormente se sumergió en una solución con enraizador (Raizal) durante 5 minutos, y con la ayuda de una báscula marca Torrey, se pesaron 17.0 g de raíz del material vegetal, y se colocó en cada una de las 24 macetas a una profundidad de 5 centímetros de la base del sustrato. La emisión de los brotes se inició a partir de los 18 días de la siembra de la raíz.

### **Prácticas culturales.**

La primer practica cultural fue el **deshije** que consistió en eliminar el excedente de brotes para dejar solo los dos más vigorosos por maceta. Para esta actividad, se utilizaron tijeras para podar marca Truper®. Una semana después se realizó un **pinch** o **despunte** a una altura de 12 a 15 cm, utilizando tijeras para podar marca Truper®, favoreciendo así la brotación de nuevos brotes y el desarrollo del sistema radical. Teniendo un manejo de dos tallos por planta.

Dos semanas después del pinch y con la finalidad de manejar el cultivo con dos brotes por cada tallo, se realizó la práctica llamada **desbrote** la cual consistió en eliminar manualmente todos los brotes axilares, excepto los dos superiores, cuando estos tuvieron un tamaño promedio de 2.5 cm. Una vez que las plantas alcanzaron una altura de 50 cm se inició con la actividad de **deshoje** que consiste en eliminar las hojas viejas de la parte inferior de la planta para evitar el desarrollo y proliferación de enfermedades como roya y/o plagas como araña roja, y así como permitir una adecuada ventilación de las plantas. Se eliminaron hojas inferiores a una altura del tallo de 30 cm a partir de la base del sustrato.

Las plantas de frambuesa necesitan de soporte y es por ello para el **tutoreo** se colocaron postes tubulares de 1 pulgada, a lo largo de la cama, dejando 18 macetas entre postes, y se colocaron 4 líneas de alambre recocado o rafia sujetos al poste con una separación de 40 cm entre alambres, con el objetivo de mantener a las plantas erectas y facilitar la poda y la recolección de los frutos, ya que la frambuesa

se clasifica como una planta semirrastrera, y por lo tanto requiere de un soporte para conducir los tallos, pues con ello se logra mayor rendimiento, se incrementa la intercepción de luz y se evita que el viento dañe las yemas y el follaje (Vanden *et al.*, 2000).

Con respecto al **riego**, estos se efectuaron todos los días de forma manual con una solución nutritiva (SN), completa y balanceada (Steiner, 1961) con un pH de 5.8 y una CE de 2dS/m (cuadro 5), la cantidad aplicada dependió de las necesidades del cultivo y de las condiciones del clima, suministrando de 1 L<sup>-1</sup> a 2 L<sup>-1</sup> de riego por maceta, alternando los riegos con solución nutritiva, y otro riego con agua acidificada a un pH de 5.8. En todo el ciclo del cultivo se permitió un drenaje de las macetas del 30%, el cual se midió con una probeta graduada de 1 L, con el propósito de favorecer el lixiviado de las sales, evitando su acumulación y salinización del medio.

*Cuadro 5 Fertilizantes utilizados en el cultivo de frambuesa.*

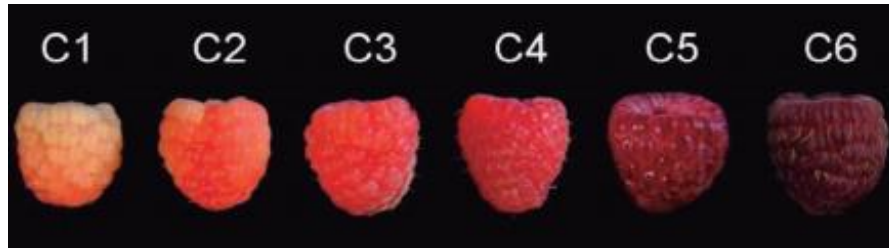
Macroelementos en Meq L-1										
	Aniones					Cationes				
	NO <sup>-3</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sup>-4</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
Objetivo	9	1	5.3	-	-	0.5	4.64	6.5	3	-
					6					
Microelementos en mg L-1										
Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo					
3	0.5	0.025	0.14	0.26	0.054					

### **La recolección de frutos o cosecha.**

Se realizó en repetidas ocasiones durante el ciclo del cultivo del frambueso en el experimento, la cosecha se inició en la primera semana de Junio y se concluyó en la última semana de Agosto del mismo año, lo que representa tres meses de cosecha continua en el mismo año de plantación. Ésta labor se realizó de forma manual desprendiendo con cuidado la frutilla del receptáculo. Se cosechó en el estadio de madurez C3 y C4 (Figura 1), utilizando los índices de cosecha recomendados por (Zaffoli *et al.*, 2010). Posteriormente los frutos cosechados se

colocaron en bolsas ziploc y fueron etiquetados y llevados a refrigeración a una temperatura de -20°C para después realizar los análisis correspondientes.

Figura 1 Estadios de madurez reportados por (Zaffoli et al., 2010).



### Control de plagas y enfermedades.

Se reportó la incidencia de araña roja (*Tetranychus urticae*) durante el mes de Agosto, ya que se contaba con una alta luminosidad, y temperaturas de 30°C y con una humedad relativa oscilante en el invernadero. Se hicieron monitoreos con la ayuda de un papel color negro y lupa. Las poblaciones de la araña roja se encontraron principalmente en las partes aéreas de los tallos. Para su control, se aplicó jabón en polvo a una dosis de 1 g L<sup>-1</sup>, y vinagre blanco a una dosis de 1 ml L<sup>-1</sup>, y se realizaron aplicaciones foliares con una mochila aspersora. También se hicieron aplicaciones de melaza para su control, a una dosis de 10 L de melaza por cada 100 L de agua, dejando reposar por un día y haciendo un lavado con agua sobre el follaje para lavar la melaza.

La Mosca de la fruta (*Drosophilla zuzuki*), se presentó en el cultivo en la etapa de fructificación, propiamente en los estadios de cosecha de la fruta C5 y C6, pero no se observaron daños, sin embargo se observaron larvas en los frutos. Se utilizaron trampas pegajosas amarillas que se colocaron alrededor del invernadero y en medio del cultivo, también se colocaron trampas con vinagre de manzana, que sirvió como atrayente para la mosca de la fruta, este método resulto muy efectivo ya que rápidamente se controló la población existente de esta plaga. También, fue necesario cosechar todos los frutos maduros, y se evitó que los frutos de las plantas llegaran a los estadios de maduración C5 Y C6 antes de ser cosechados.

Durante el ciclo de cultivo se observó incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en la fase de floración del cultivo. No se reportaron daños de virosis. Su control fue por medio de trampas pegajosas amarillas, que se colocaron alrededor del cultivo, y con aplicaciones de jabón en polvo a una dosis de 1 g L<sup>-1</sup>.

Se tuvo incidencia de Gusano del fruto (*Heliothis spp.*) y la polilla adulta logró ovopositar en el fruto. Se observaron daños en los frutos de frambuesa, y posteriormente daños en el follaje del cultivo. Para su control fue necesario aplicar un extracto casero de ajo con clavo, cebolla y chile, además de un producto comercial Brálic a una dosis de 1.5 ml L<sup>-1</sup>.

Con respecto a enfermedades se reportó baja incidencia de Pudrición gris del fruto (*Botrytis cinérea*), del hongo (fumagina) y cenicilla polvorienta que en los frutos de frambuesa causó manchas blancas y deformaciones de crecimiento en algunos frutos. Para su control se aplicó Captan 50 a una dosis de 1 g L<sup>-1</sup> y 1 ml L<sup>-1</sup> de coadyuvante, las aplicaciones se hicieron de manera foliar con el uso de una mochila aspersora.

### **Polinización.**

Las berries necesitan de una buena polinización entomófila y para poder asegurar el llenado de los frutos, y obtener la calidad deseada, se instaló en el interior del invernadero un cajón de abejas (*Apis mellifera*), para ayudar a la polinización de los frutos de la frambuesa con excelentes resultados.

### **Variables evaluadas.**

#### **Altura de Planta (AP).**

Esta variable se realizó al finalizar la cosecha de los frutos, con una cinta métrica de 5 m de largo marca Truper®. Consistió en tomar la medida a partir de la base del sustrato hasta el ápice de cada tallo, por lo que se promedió entre los dos tallos de

cada planta para así poder determinar la altura de cada planta, los datos fueron reportados en cm.

### **Diámetro Inferior de Tallo (DIT).**

Con el uso de un Vernier milimétrico marca Truper®, se obtuvo el diámetro de cada planta tomando así los datos a 10 cm de altura de cada planta con respecto a la base del sustrato.

### **Diámetro Superior de Tallo (DST).**

Se utilizó un Vernier milimétrico marca Truper®, y se midió cada uno de los tallos, 10 cm por debajo del meristemo apical. Se obtuvo un promedio de los dos tallos de cada planta.

### **Número de Frutos por Planta (NFP).**

Al inicio de la primera cosecha, y al final de la cosecha, se contabilizaron de forma manual cada uno de los frutos recolectados de cada una de las plantas. Obteniendo el total de los frutos producidos por planta, durante el ciclo del cultivo experimental de frambuesa.

### **Número de Frutos por Tallo (NFT).**

Esta variable se realizó manualmente, contabilizando todos los frutos producidos y cosechados por cada uno de los tallos por planta, durante el ciclo del cultivo.

### **Diámetro Polar de Fruto (DPF).**

Con el uso de un Vernier milimétrico marca Truper®, se tomaron las medidas de 20 frutos de cada repetición de cada tratamiento, tomando la parte transversal del fruto, utilizando las mordazas del vernier que sirven para las medidas externas. Los datos obtenidos fueron reportados en centímetros.

### **Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF).**

Se utilizó un Vernier marca Truper®, y se hicieron dos medidas ecuatoriales por el centro del fruto, utilizando las mordazas para medidas externas del Vernier, y se obtuvo un promedio de las dos medidas ecuatoriales. Los datos fueron reportados en centímetros.

### **Peso Fresco de Fruto (PFF).**

Se utilizó una báscula digital marca Pocket Scale, modelo MH-500, de 500 g de capacidad, contabilizando 20 frutos por repetición, cada fruto se colocó en la báscula obteniendo su peso en gramos. Se obtuvo el promedio entre los 20 frutos evaluados, reportando los datos en gramos.

### **Sólidos Solubles Totales (SST).**

Se utilizó un refractómetro manual marca ATAGO, de una escala de Brix 0.0 – 33.0%. Se tomaron muestras de diez frutos por repetición, se hicieron pruebas destructivas que consistieron en apretar el fruto y colocar una gota de jugo en el refractómetro, cerrando la tapa de manera que el jugo se dispersara por todo el prisma, impidiendo la formación de burbujas de aire entre la tapa y el prisma, enseguida se miró por la mirilla tomando la lectura en la intersección de los dos campos blanco y azul.

### **Vitamina C (VC).**

Se determinó el contenido de vitamina C, pesando 20 gramos de muestra de fruto de frambuesa, y se agregaron 10 ml de HCl al 2%, enseguida se maceró la muestra en un mortero, y se agregaron 100 ml de agua destilada. Después, se filtró a través de una gasa, y se midió el volumen total del filtrado con una probeta graduada. Después se tomó una muestra de 10 ml del filtrado y se aforó a 100 ml con agua destilada, de la cual finalmente se tomaron tres muestras de 10 ml y se titularon utilizando el reactivo Thielmann, que fué previamente preparado con 0.2 g L<sup>-1</sup> de 2, 6 dicloroindofenol en agua destilada, dejando reposar por 24 horas, que después se filtró por una gasa del N° 40. Se titularon las muestras obteniendo un viraje color rosa pastel en la coloración de la muestra. El cálculo del contenido de vitamina C, se hizo mediante la metodología de (Padayatt *et al.*, 2001).

Fórmula para calcular el contenido de vitamina "C":

$$\text{mg/100gr de vitamina C} = \frac{\text{VRT} * 0.088 * \text{VT} * 100}{\text{VA} * \text{P}} \quad (10)$$

Dónde:

VRT = volumen gastado en ml del reactivo de Thielmann.

0.088 = miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielmann.

VT = volumen Total en ml del filtrado de vitamina "C" en HCl

VA = volumen en ml de la alícuota valorada.

P = peso de muestra en gramos.

10 = factor de multiplicación de dilución.

### **Número de Drupelas por Fruto (NDF).**



Esta variable se realizó tomando cinco frutos de frambuesa de cada unidad experimental, cada uno de ellos se machacó en un recipiente, y posteriormente se vertió en un colador, y se lavó la pulpa con agua hasta lavar y obtener solo las semillas. Se contaron cada una de las semillas que presentaba cada uno de los frutos. Se obtuvo un promedio del número de drupelas de los cinco frutos evaluados por repetición de cada tratamiento.

### **Rendimiento por Hectárea (RH).**

Se ha recomendado en algunas investigaciones una distancia de plantas de 0.30 m y entre surcos de 3.0 m, con una densidad de plantación de 11, 111 plantas por hectárea, teniendo una sola planta por punto. Pero en el trabajo experimental se colocaron las plantas de frambuesa a una distancia de 0.50 m entre plantas y a 1.5 m entre surcos, y se obtuvo el rendimiento por hectárea en base a las distancias mencionadas, con una densidad de plantación de 26, 664 plantas por hectárea, ya que el manejo fue dos plantas por maceta.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Diámetro Polar de Fruto (DPF).**

El análisis de varianza de la variable Diámetro Polar de Fruto (DPF), muestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, mostrando que al aplicar el Tratamiento 6 con la aplicación de 1 ml L<sup>-1</sup> de Inoculador E-microzyme, se obtiene un diámetro polar de fruto de 2.46 cm, con respecto al Testigo, quien obtuvo 2.17 cm, teniendo un incremento total de diámetro polar de fruto de 0.29 cm.

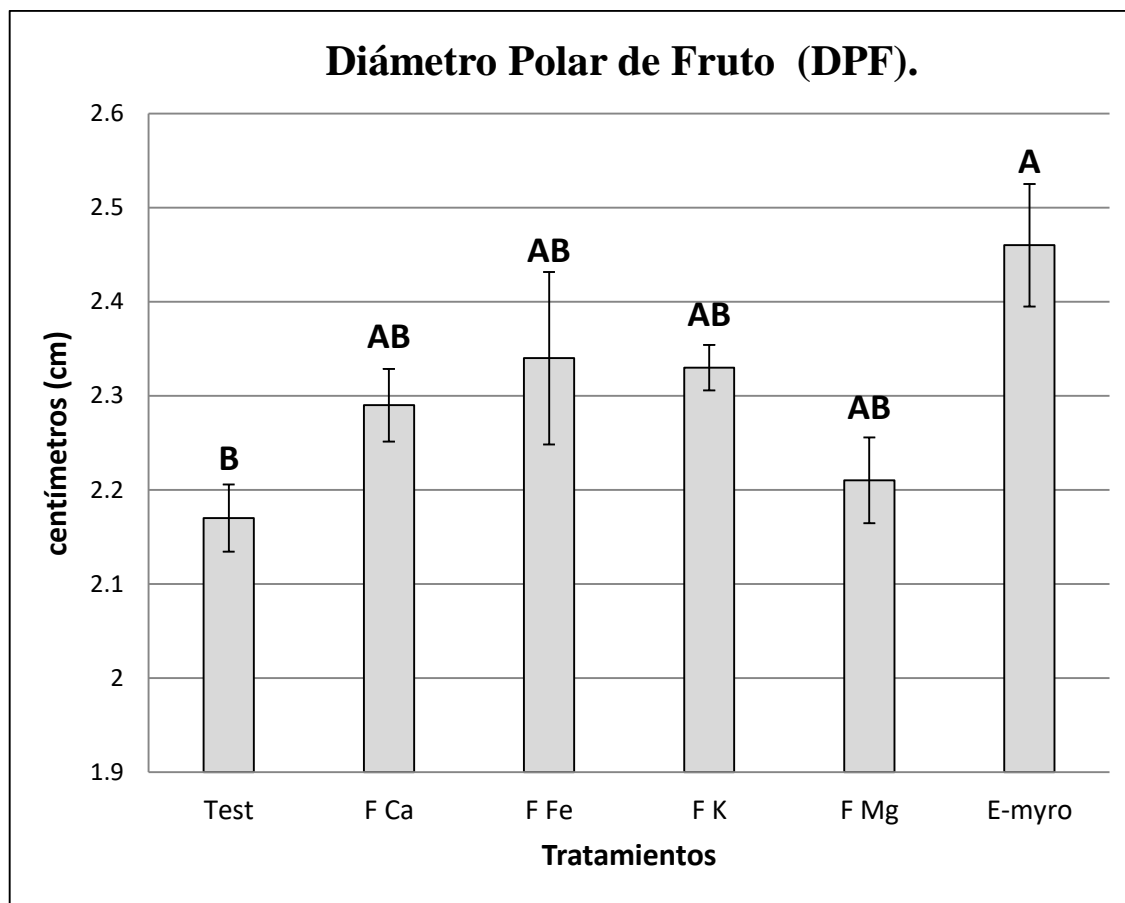


Figura 2 Comparación de medias para la variable Diámetro Polar de Fruto (DPF).

La investigación concuerda con Buniselli *et al.*, (1990), quienes obtuvieron en el cultivo de maíz (*Zea mays*) incrementos de peso de fruto, altura de planta, longitud de mazorca y rendimiento de grano en el maíz que fue tratado con ácidos húmicos. Por lo que el uso de estas sustancias húmicas favorecen al desarrollo de un mejor diámetro polar de fruto (DPF) en el cultivo de frambuesa.

### Diámetro Ecuatorial de fruto (DEF).

El análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF), muestra que si existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa. Siendo el Tratamiento 6 con aplicación de  $1 \text{ ml L}^{-1}$  de Inoculador E-microzyme, quien obtuvo un valor de 2.206 cm, con respecto al Testigo que obtuvo un diámetro ecuatorial de fruto con un valor de 2.056 cm, con una diferencia de diámetro ecuatorial de fruto de 0.15 cm entre el Tratamiento 6 y el Testigo.

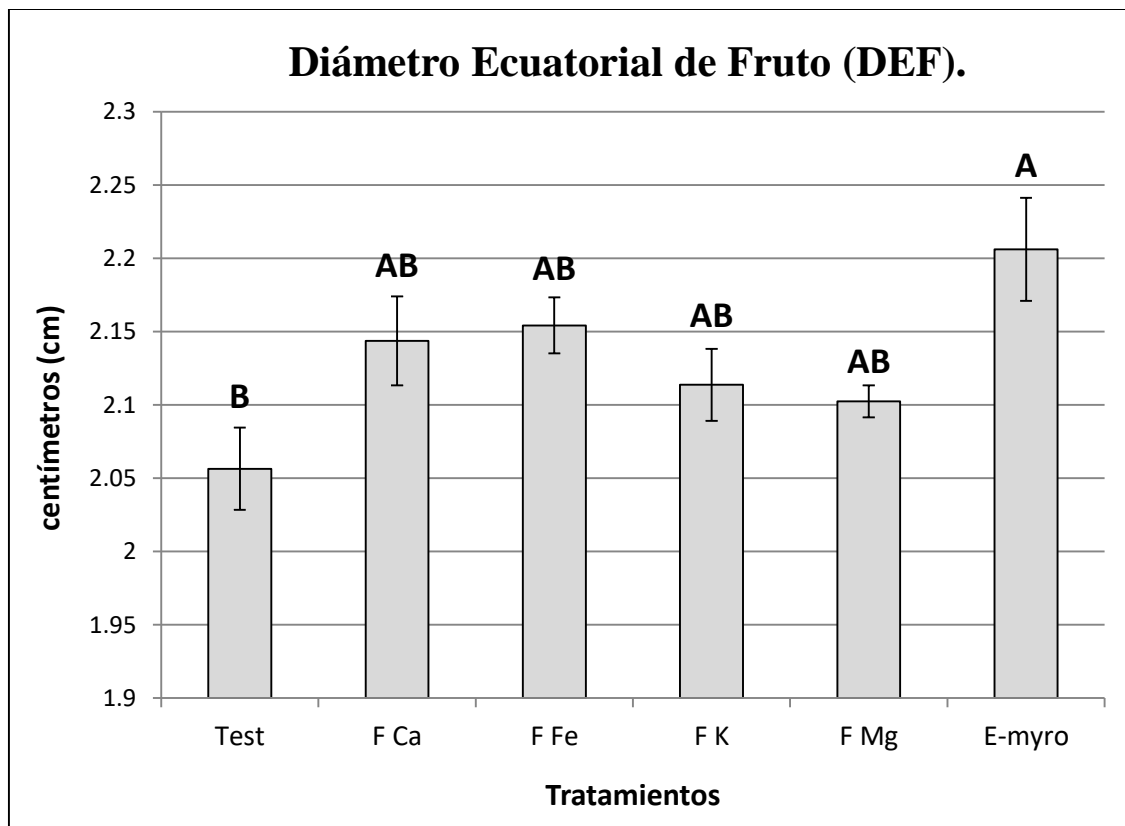


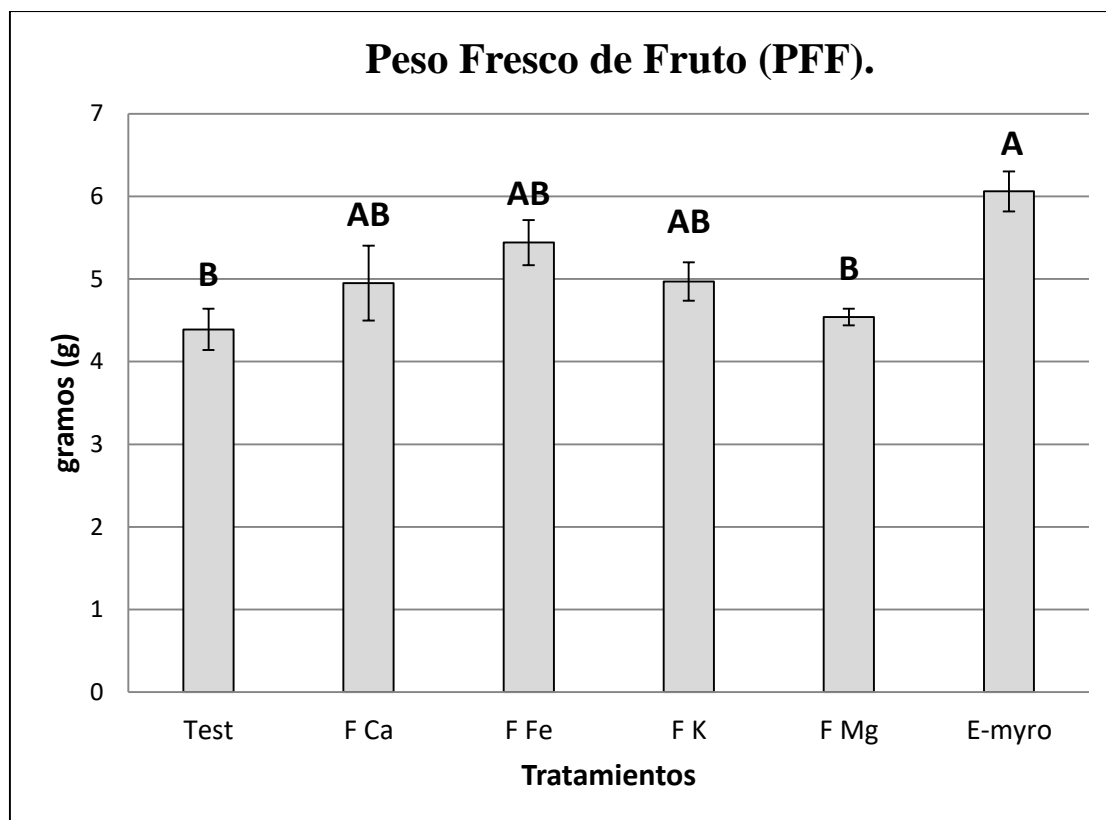
Figura 3 Comparación de medias para la variable Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF).

La aplicación del Tratamiento 3 de  $2 \text{ ml L}^{-1}$  de Fulvato de Hierro (FFe) presentó un valor de diámetro ecuatorial de fruto de 2.154 cm, presentando una diferencia numérica con el Tratamiento 6, siendo el segundo mejor tratamiento con el que se obtienen los mejores diámetros ecuatoriales en el experimento, (Bañuelos, 2017) menciona que las dosis de Fulvato de Hierro (FFe), tienen un efecto positivo en la

producción, ya que aumentan el peso de fruto, longitud de fruto, diámetro del fruto y peso seco del fruto.

### **Peso Fresco de Fruto (PFF).**

En el análisis de varianza para la variable Peso Fresco de Fruto (PFF), se demuestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, siendo el Tratamiento 6 con aplicación de 1 ml L<sup>-1</sup> de Inoculador E-microzyme, quien fue el que obtuvo el mayor peso fresco de fruto con 6.06 g, con respecto al Testigo quien obtuvo un peso fresco de fruto de 4.39 g, con una diferencia de 1.67 g, y con el Tratamiento 5 con aplicación de 2 ml L<sup>-1</sup> de Fulvato de Magnesio (FMg) que obtuvo 4.54 g, con una diferencia de 1.52 g de peso. Se puede observar que con la aplicación de Fulvato de Hierro (FFe) se obtuvieron 5.44 g por fruto, Fulvato de Potasio (FK) 4.97 g, y Fulvato de Calcio (FCa) con 4.95 g, ligeramente por debajo de las aplicaciones del inoculador E-microzyme.



*Figura 4 Comparación de medias para la variable Peso Fresco de Fruto (PFF).*

Por lo que concuerda con lo reportado por David *et al.*, (1994), que con las aplicaciones de  $1.28 \text{ g L}^{-1}$  de ácido húmico en plantas de tomate, incrementaron significativamente la acumulación de nutrientes en las raíces, acumulando Nitrógeno, Calcio, Zinc y Cobre, y a la vez incrementando el peso seco y el peso fresco de los frutos.

Parra *et al.*, (2008), también menciona que el peso del fruto de frambuesa es un parámetro para medir la calidad del fruto, y en una investigación realizada encontraron frutos con pesos de 2.6 g a 3.6 g, durante la temporada de cosecha. Por lo que se demuestra que en esta investigación realizada, se obtuvieron mayores pesos de fruto que los mencionados por Parra *et al.*, (2008), también mencionan que estos tamaños de frutos son comerciales y similares a lo encontrado por Weber *et al.*, (2004).

### **Número de Frutos por Planta (NFP).**

El análisis de varianza para la variable Número de Frutos por Planta (NFP), muestra que no existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa. Las cosechas realizadas en las plantas con el Tratamiento 5 de  $2 \text{ ml L}^{-1}$  de Fulvato de Magnesio (FMg) solo se obtuvieron 84 frutos por planta, no concordando con los resultados de Parra *et al.*, (2008), quienes encontraron que el número total de frutos acumulados por planta fue de 250, indicando que hubo un total de 35 frutos por brote, suficientes para una cosecha comercial de frambuesa roja.

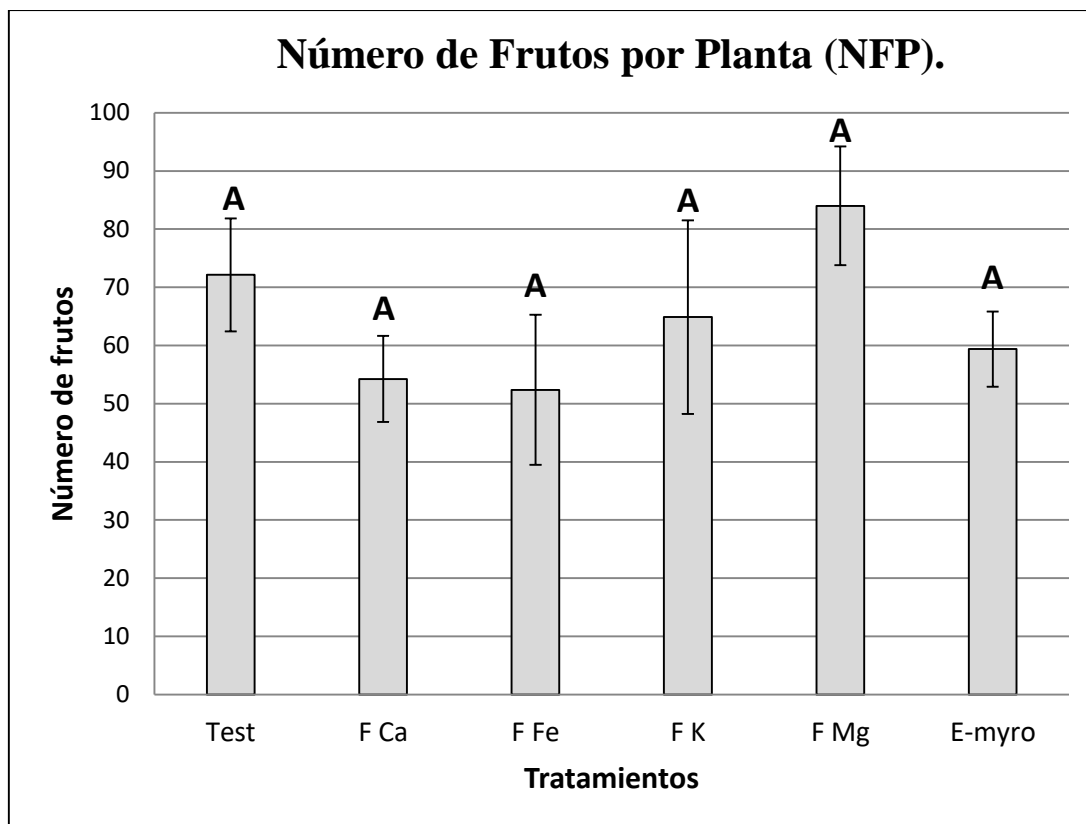


Figura 5 Comparación de medias para la variable Número de Frutos por Planta (NFP).

Estos resultados obtenidos, también difieren con el trabajo de investigación de (Bañuelos, 2017) quien encontró efecto significativo en el número de chiles, al agregar él, una dosis de  $2 \text{ ml L}^{-1}$  de compuesto orgánico-mineral, sobrepasando un 44% en el número de chiles, a la solución nutritiva (SN) tomada como testigo.

#### Número de Frutos por Tallo (NFT).

El análisis de varianza para la variable Número de Frutos por Tallo (NFT), demuestra que si hay diferencia significativa entre tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, posicionando al Tratamiento 5 de  $2 \text{ ml L}^{-1}$  de Fulvato de Magnesio (FMg) como el mejor tratamiento, obteniendo un valor de 42 frutos por tallo, teniendo dos tallos por planta, comparando con los valores obtenidos más bajos con las aplicaciones de Fulvato de Calcio (FCa) con 27.12 frutos y Fulvato de Hierro (FFe) con 26.18 frutos. Campos *et al.*, (2004) recomienda tener dos cañas

por planta para mejorar la calidad del fruto y tener un mayor rendimiento, sin tener daño en el número de frutos grandes.

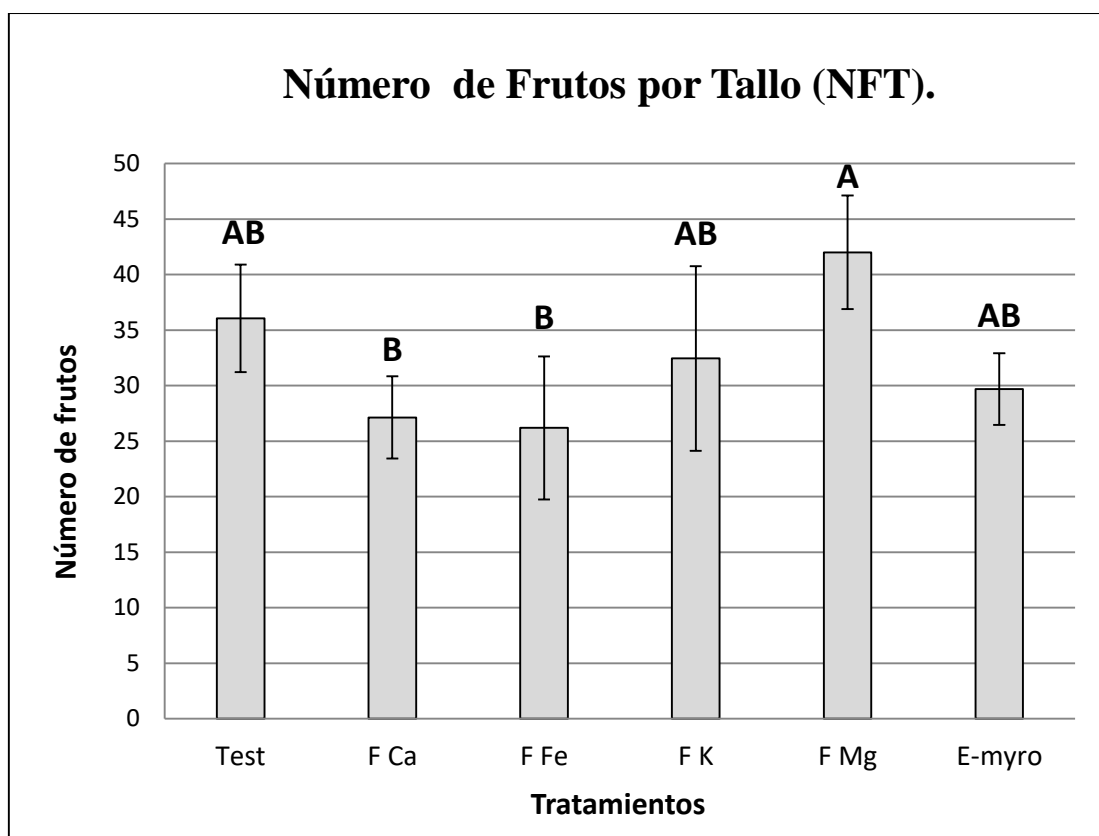


Figura 6 Comparación de medias para la variable Número de Frutos por Tallo (NFT).

El Tratamiento 5 de 2 ml L<sup>-1</sup> de Fulvato de Magnesio (FMg) obtuvo un total de 190.68 g de fruto por tallo, concordando con (Ríos y Rodríguez, 1997) quienes mencionan que en los cultivares productores de otoño se han obtenido desde 60 g hasta 244 g de fruto por tallo en la zona de Chapingo, Estado de México.

El Fulvato de Hierro (FFe) aplicado en el experimento fue el que presentó el menor número de frutos por tallo, pero (Moreno, 2006), menciona que en el cultivo de tomate cherry con las aplicaciones de Fulvato de Hierro (FFe) se cosecharon 52 Ton ha<sup>-1</sup> y sin aplicaciones de Hierro solo se produjeron 40 Ton ha<sup>-1</sup>.

### Número de Drupelas por Fruto (NDF).

En el análisis de varianza para la variable Número de Drupelas por Fruto (NDF), se demuestra que se encontró diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, mostrando al Tratamiento 3 de 2 ml L<sup>-1</sup> de Fulvato de Hierro (FFe) quien obtuvo un valor de 114.05 drupelas por fruto, con respecto al Testigo, que solo se obtuvieron 93.7 drupelas por fruto, con una diferencia de 20.35 drupelas, así como en las aplicaciones de Fulvato de Calcio (FCa) que solo se obtuvieron 97.1 drupelas por fruto, con una diferencia de 16.95 drupelas por fruto comparados con las aplicaciones de 2 ml L<sup>-1</sup> de Fulvato de Hierro (FFe).

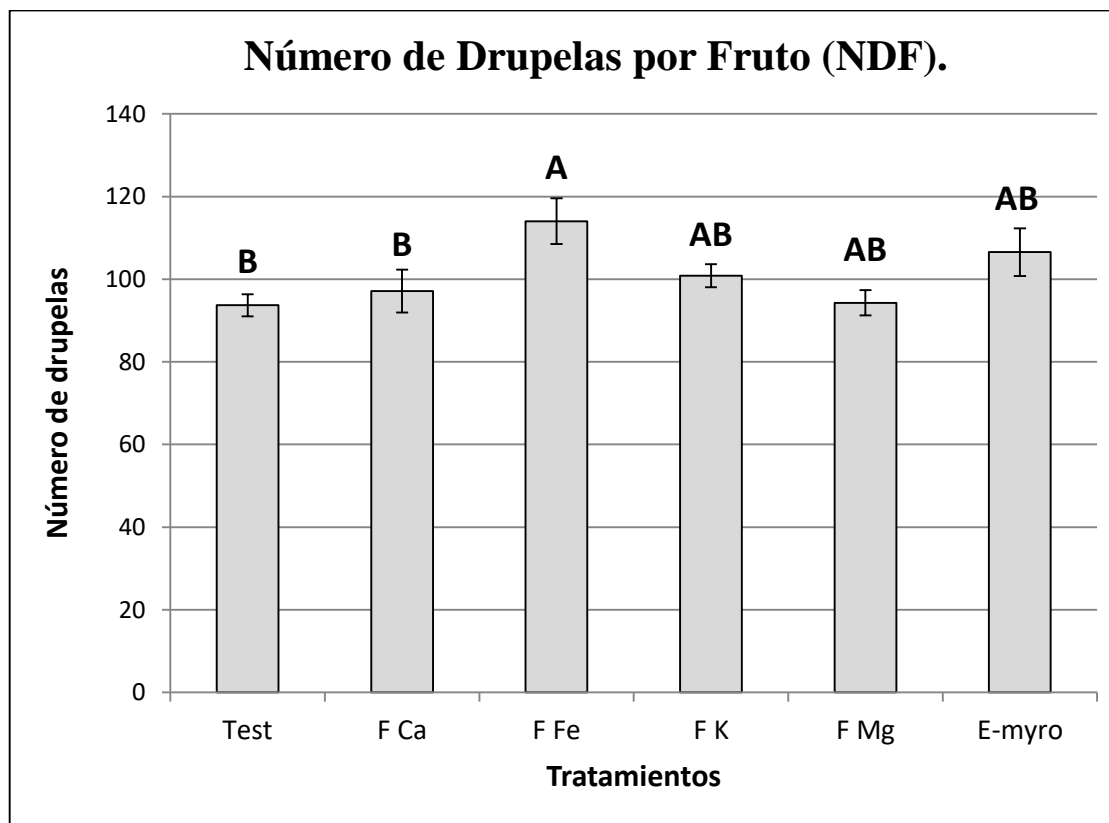


Figura 7 Comparación de medias para la variable Número de Drupelas por Fruto (NDF).

(Crandall, 1995) indica que para que un fruto de frambuesa sea de calidad comercial requiere estar formado de 80 drupelas bien desarrolladas por fruto, por lo que se



puede observar que en todos los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa se obtuvieron más de 80 drupelas por fruto, Tratamiento 1 93.7 drupelas, Tratamiento 2 97.1 drupelas, Tratamiento 3 114.05 drupelas, Tratamiento 4 100.85 drupelas, Tratamiento 5 94.4 drupelas y Tratamiento 6 106.55 drupelas, lo que los hace de calidad comercial.

(Moreno, 2009), menciona que las aplicaciones de  $2 \text{ ml L}^{-1}$  de Fulvato de Hierro (FFe) aplicados vía foliar o en el suelo, incrementaron significativamente la producción de fruta con calidad de exportación, superando a los quelatos comerciales. Se encontró también, que en el cultivo de tomate la calidad para el mercado nacional presentó diferencia significativa con las aplicaciones de 15 L de Fulvato de Hierro (FFe), por lo que el Fulvato de Hierro (FFe) incrementa la calidad en la producción (Moreno, 2006).

### **Sólidos Solubles Totales (SST).**

El análisis de varianza para la variable Sólidos Solubles Totales (SST), muestra que no existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa. Por lo cual la aplicación de los fulvatos (Ca, Mg, K y Fe) y el Inoculador de suelos no presentaron ningún efecto en los Sólidos Solubles Totales (SST) o Grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) oscilando los valores entre los 10.27 y 10.81 Grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ).

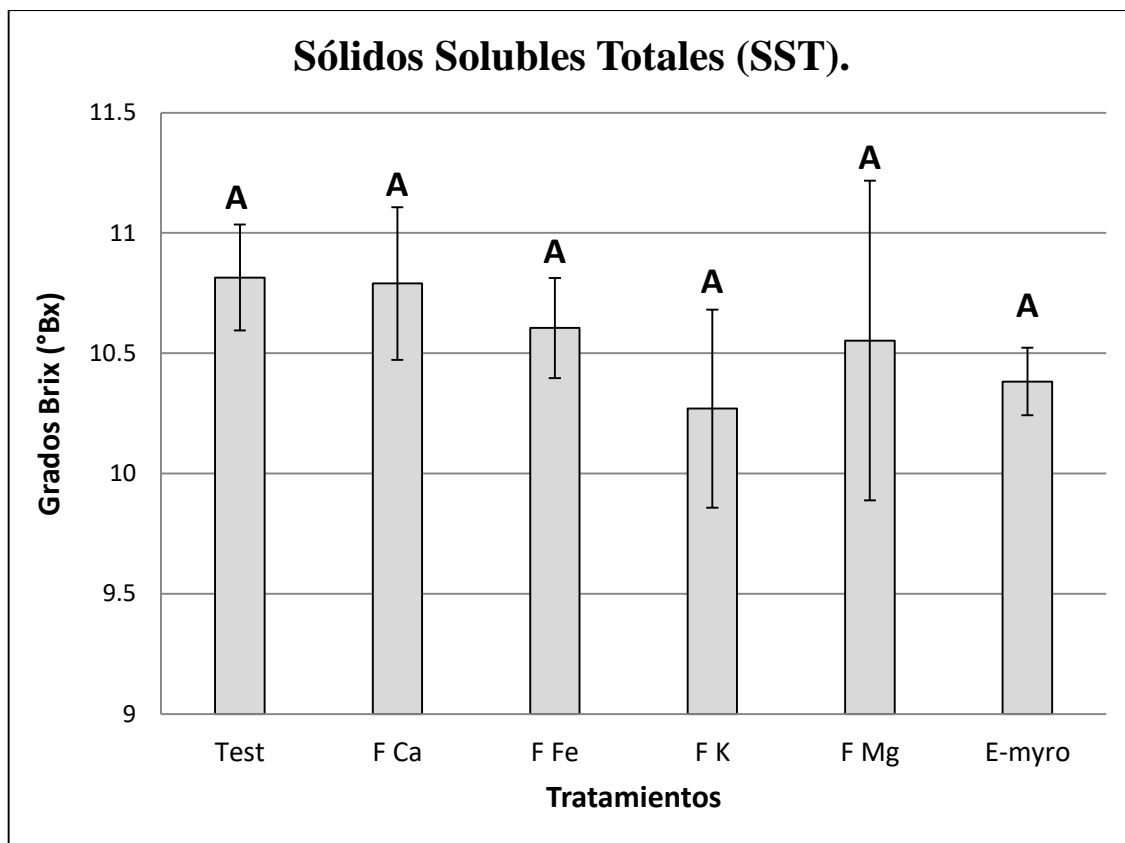


Figura 8 Comparación de medias para la variable Sólidos Solubles Totales (SST).

Estos resultados obtenidos en el experimento, concuerda con (Campos, 2017) quien en un experimento en el cultivo de fresa de la variedad festival, estableció que el valor del testigo fue superior a los valores de los tratamientos aplicados (con aplicaciones de fulvatos de micronutrientes en dosis mínima y dosis máxima, fulvato de potasio, fulvato de magnesio y fulvato triple 19), por lo que las aplicaciones de los fulvatos no incrementan los Sólidos Solubles Totales (SST) ó Grados Brix (°Bx) en los frutos de frambuesa.

Ramos (2000), también estableció que con la aplicación de los ácidos fúlvicos durante la floración puede llegar a tener efectos negativos, pero aplicados durante las etapa de fructificación estimulan la acumulación de pigmentación y que las hojas tengan una mayor eficiencia fotosintética, y esto promueva a obtener frutos de mayor calidad, ya que en la fructificación hay mayor demanda de carbohidratos, además menciona que tienen efecto sobre los parámetros de calidad como en el aumento de acidez, conductividad eléctrica (CE), sólidos solubles y vitamina C, pero

en la investigación realizada se demuestra que no hubo efectos en la variable de Sólidos Solubles Totales (SST), debido a que cuatro de las siete aplicaciones fueron realizadas durante la etapa de floración del cultivo, y solo tres de las aplicaciones fueron aplicadas en las etapas de fructificación.

### Vitamina C (VC).

El análisis de varianza para la variable contenido de Vitamina C (VC), demuestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, demostrando que el Tratamiento 3 con aplicaciones de  $2 \text{ ml L}^{-1}$  de Fulvato de Hierro (FFe) fue el mejor, obteniendo un total de 25.259 mg de vitamina C por cada 100 g de fruto, con respecto al Testigo, que solo presentó 16.129 mg de vitamina C por cada 100 g de fruto, con una diferencia de 9.13 mg de vitamina C.

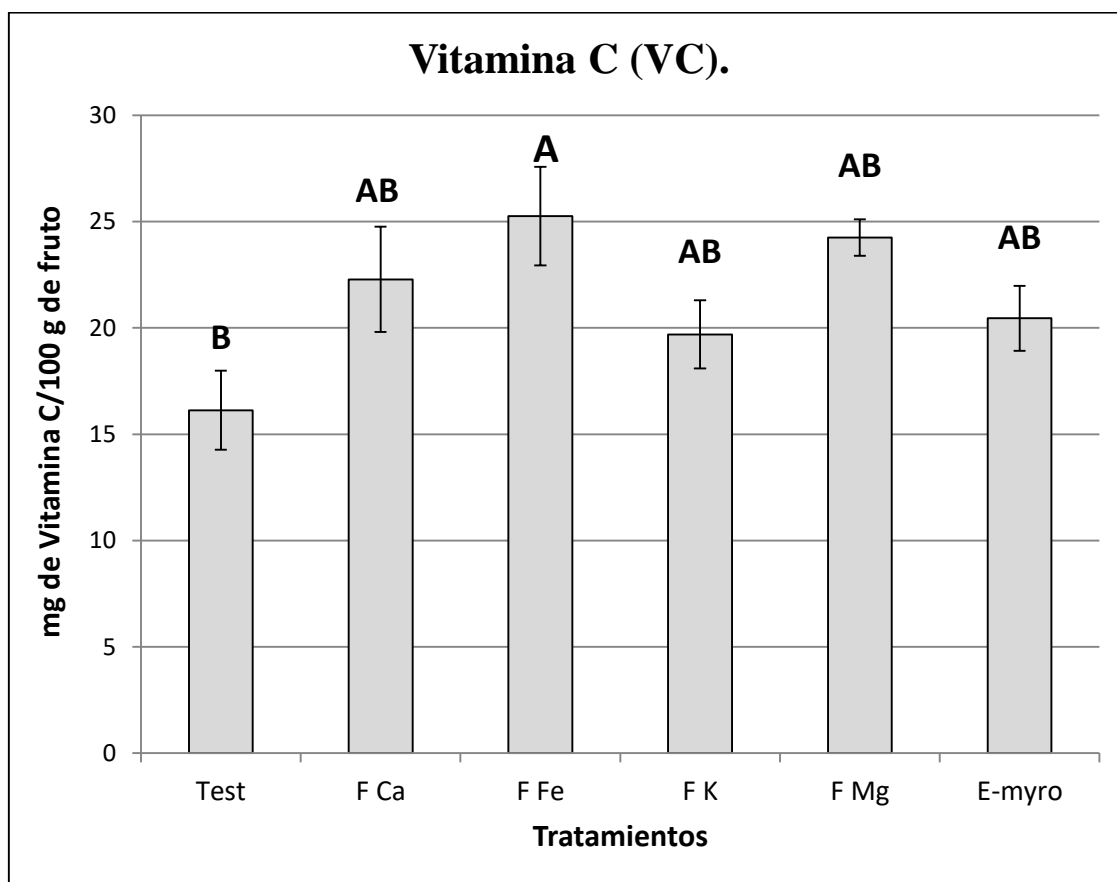


Figura 9 Comparación de medias para la variable Vitamina C (VC).

La diferencia significativa encontrada en el contenido de vitamina C con las aplicaciones de Fulvato de Hierro (FFe), concuerdan con (López, 2014) que menciona que el ácido fúlvico enriquecido con Hierro a razón de 2 ml L<sup>-1</sup> es importante en variables como rendimiento, vitamina C y DOP.

Mendieta (2001), menciona quien a pesar de no encontrar diferencia significativa en el cultivo de tomate, si observó un comportamiento superior de vitamina C con aplicaciones de Fulvato de Hierro (FFe).

#### **Altura de Planta (AP).**

El análisis de varianza para la variable Altura de Planta (AP), demuestra que si existe diferencia significativa entre tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa. Teniendo efecto las aplicaciones de 2 mL L<sup>-1</sup> de Fulvato de Hierro (FFe) en la longitud del tallo de la planta, con un valor de 142.23 cm de longitud, con respecto a las aplicaciones de 2 mL L<sup>-1</sup> Fulvato de Calcio (FCa) con 95.74 cm, 2 mL L<sup>-1</sup> Fulvato de Potasio (FK) con 97.07 cm y 2 mL L<sup>-1</sup> Fulvato de Magnesio (FMg) con 88.89 cm, quienes presentaron los valores más bajos de longitud de tallo.

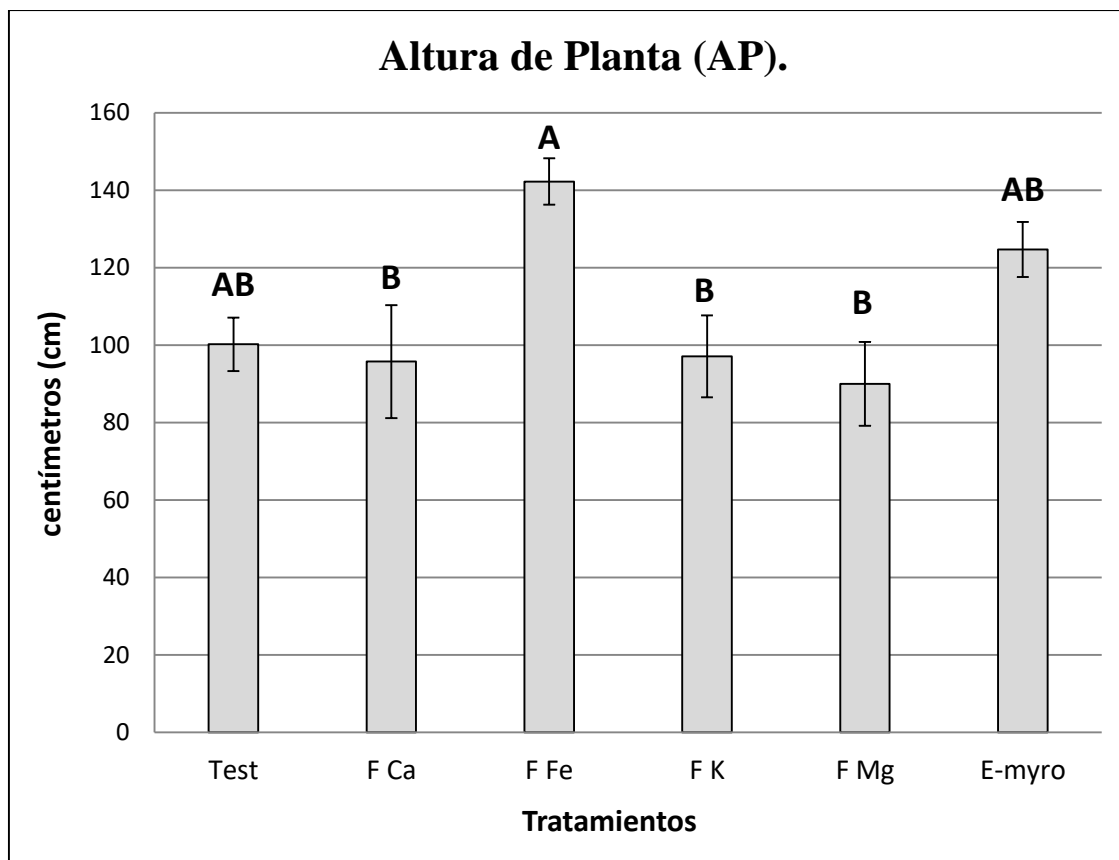


Figura 10 Comparación de medias para la variable Altura de Planta (AP).

Fagbenro y Agboola (1993) mencionan que los ácidos húmicos y fúlvicos, tuvieron efecto positivo en el crecimiento de la planta a través de la aceleración de los procesos respiratorios, o al incrementar la permeabilidad de las células y por la estimulación hormonal. Sánchez, *et al.*, (1994), reporta que también, las sustancias húmicas influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando el crecimiento radicular, la elongación y la formación de pelos radicales, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo.

Mendieta (2001), obtuvo resultados favorables cuando aplicaba una dosis de 2 ml L<sup>-1</sup> de Fulvato de Hierro (FFe), produciendo una mejor respuesta en cuanto a la altura de la planta y al diámetro de cobertura vegetal. Nardi *et al.*, (2002), afirmaron que el mayor crecimiento de tallo que encontraron, fue el aplicar humatos debidos a la activación de la división celular.

### Diámetro Inferior de Tallo (DIT).

El análisis de varianza de la variable Diámetro Inferior de tallo de Tallo (DIT), muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, por lo que ningún tratamiento aplicado en el experimento tuvo efecto significativo, presentando todos los tratamientos un promedio de Diámetro Inferior de Tallo (DIT) de 1.099 cm.

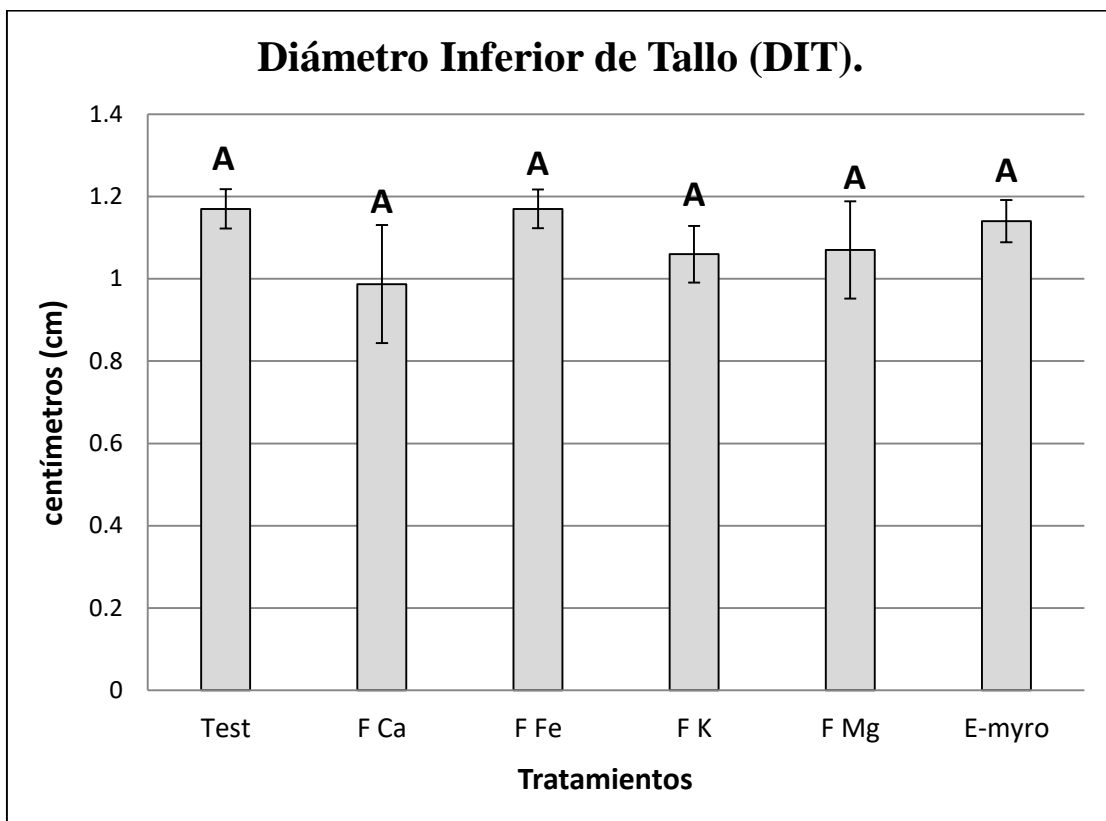


Figura 11 Comparación de medias para la variable Diámetro Inferior de Tallo (DIT).

Los resultados obtenidos difieren con lo encontrado en una investigación en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* Jalapeño), en donde con las aplicaciones de ácidos fúlvicos más 2 ml L<sup>-1</sup> de Hierro, se obtuvo diferencia significativa en el diámetro de tallo de las plantas (López, 2014).

Dale (1989), también señala que la importancia de la medición de la variable del diámetro de la caña en los cultivos de frambuesa, radica en que podría estar asociado con el incremento potencial en el rendimiento del cultivo.

### Diámetro Superior de Tallo (DST).

El análisis de varianza para la variable Diámetro Superior de Tallo (DST), muestra que no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa, por lo que no tuvieron efecto las aplicaciones de los bioestimulantes. Estos resultados obtenidos presentaron un promedio de 0.244 cm de Diámetro Superior de Tallo (DST) entre los tratamientos.

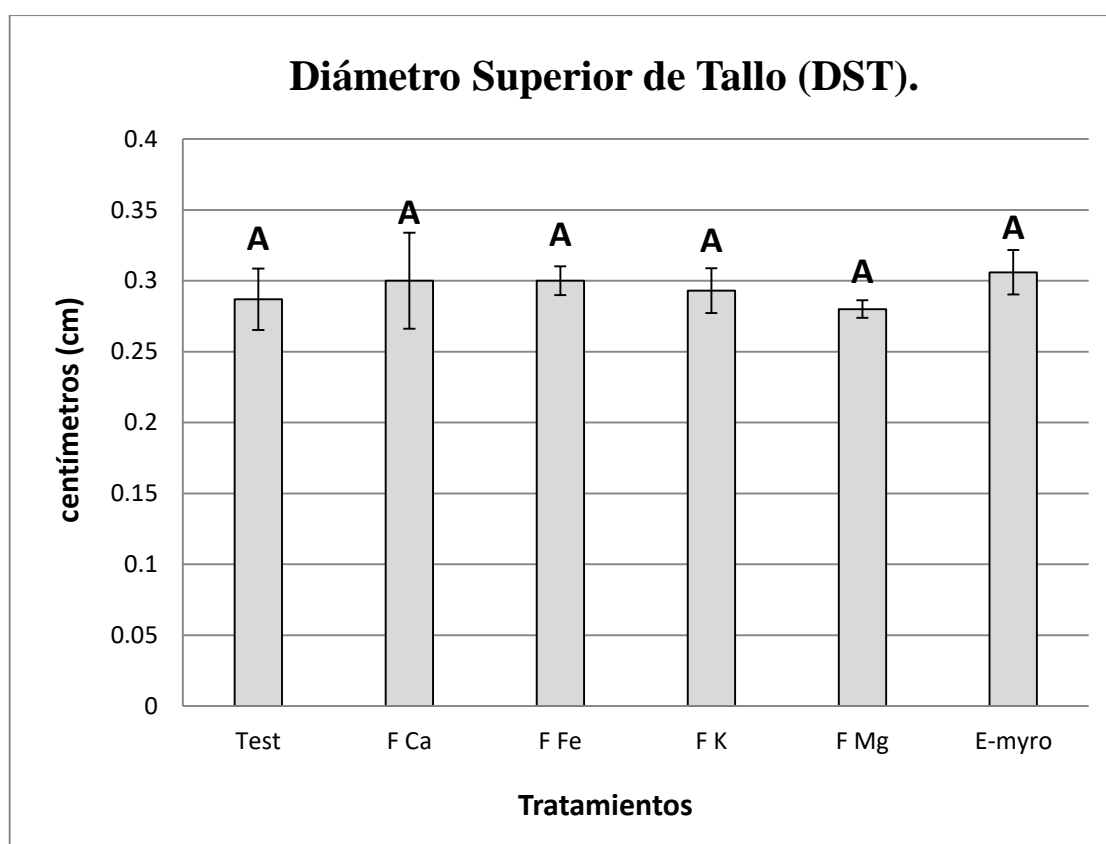
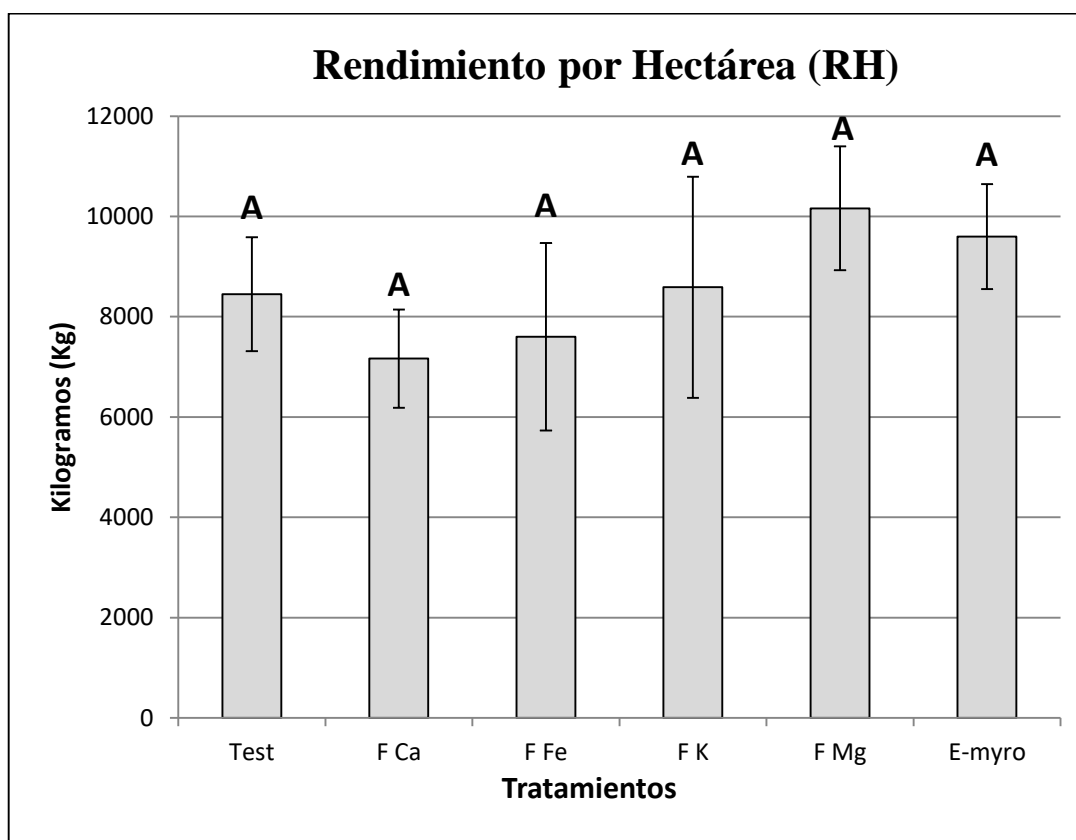


Figura 12 Comparación de medias para la variable Diámetro Superior de Tallo (DST).

Estos resultados difieren con los resultados presentados por Acevedo y Pire (2004) quienes al aplicar lombricompost, como fuente de ácido húmico en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.), encontraron incrementos de área foliar, altura de planta, diámetro de tallo y materia seca total, que se atribuyen a las sustancias del ácido húmico que estimulan el crecimiento vegetal.

### Rendimiento por Hectárea (RH).

El análisis de varianza para la variable Rendimiento por hectárea, muestra que no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos aplicados en el cultivo de frambuesa.





*Figura 13 Comparación de medias para la variable Rendimiento por Hectárea (RH).*

El rendimiento promedio obtenido con aplicaciones de Fulvato de Ca (FCa) fue de 7,165 Kg, Fulvato de Hierro (FFe) 7,602 Kg, Fulvato de K (FK) 8,587 Kg, Fulvato de Magnesio (FMg) 10,162 Kg y E-microzyme con 9,600 Kg, y el Testigo con 8,452 Kg. Considerando que se plantaron 26, 666 plantas por hectárea (1.5 m por 0.5 m) a dos plantas por punto.

Estos rendimientos estimados quedaron debajo de los rendimientos publicados por (Parra *et al.*, 2008) quien menciona que se plantaron 13,333 plantas por hectárea a (1.5 m por 0.5 m), con un rendimiento estimado de 10.373 toneladas por hectárea, también considera que la cosecha de frambuesa es una actividad altamente demandante de mano de obra calificada, debido a la frecuencia de las cosechas parciales, las cuales deben ser a diario y, durante la mañana y la tarde. Weber *et al.*, (2004) menciona que se han obtenido rendimientos en Nueva York, U. S. A. desde 1.5 toneladas hasta 9.2 toneladas por hectárea en cultivares de frambuesa Ruby y Autumn Bliss.

## V. CONCLUSIONES

Las plantas tratadas con aplicaciones de Fulvato de Hierro (FFe), producen alrededor de 60% más de vitamina C, y 20% más de drupelas por fruto. Así como el incremento en la longitud del tallo de la planta.

Las aplicaciones de Fulvato de Magnesio (FMg) a una dosis de 2 ml L<sup>-1</sup> se obtienen un mayor número de frutos por planta, incrementando casi un 15% en la producción de frutos por planta en cultivo de la frambuesa.

El inoculador de suelos (E-microzyme) aplicado a una dosis de 1 ml L<sup>-1</sup>, incrementa la calidad de los frutos de frambuesa, ya que con las aplicaciones se obtuvieron frutos con mayor peso fresco, mayor diámetro polar de fruto y diámetro ecuatorial de fruto respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- Acevedo, I. C.; Pire, Y. R. 2004. Efecto del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.). *Interciencia*. 29:274-279.
- Acosta Z.C. 1991. Mecanismos de absorción foliar de nutrimentos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. & MacCarthy, P. (1985). An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. Wershaw and P. McCarthy editorials: EUA.
- Bañuelos, M. E. (2017). Calidad del Chile Serrano Variedad "Tampiqueño 74" con la Adición de un Fulvato de Fierro. Saltillo, Coahuila, México.
- Báscope, A. J., (2013). Realidad Productiva de la Frambuesa EE. UU. Y México.
- Beltrán, A. L. (2000). Aplicación de Hormonas y Fertilizantes Foliare en el Cultivo de Tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) . Saltillo, Coahuila, México.
- Bethke, I. A., Parrella, M. P., Trumble, J. T. (1987). Effect of tomato cultivar and fertilizer regime on the survival of (*Liriomyza trifolli*).department of enthomology. University of California, Riverside, Calidornia.
- Biasutti, C. A.; Galiñares, V. A. 2005. Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.) bajo estrés hídrico. Relaciones entre caracteres de plántulas con el rendimiento en campo. *Agriscientia*. 28:37-44.

- Bonifacio, E., G. Falsone, and M. Petrillo. 2011. Humus forms, organic matter stocks and carbon fractions in forest soils of northwestern Italy. *Biol. Fertil. Soils* 47:555–566
- Buniselli, M.; Gigliotti, G. Y.; Giusquiani, Y. P. L. 1990. Applicazione del compost da RSU in agricoltura. I: effetto sulla produttività del mais e destino dei nutrienti e dei metalli pesanti nel terreno. *Agrochimica*. 35:13-25.
- Cacco, G. and G. Dell’Agnola. 1984. Plant growth regulator activity of soluble humic complexes. *Can J Soil Sci* 64:225–228.
- Campos M., L., Baca C., G. A., Contreras, D. J., Muratalla L., A., Acosta H., R., (2004). *Fertirriego y micorriza*
- Campos, C. E. (2017). Comportamiento de Tres Fulvatos en la Calidad de la Fresa Variedad “Festival”. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguilar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P. & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, vol. 196, pp. 15-27.
- Canellas, L. P., Teixeira-Junior, L. R. L., Dobbss, L. B., Silva, C. A., Médici, L. O., Zandonadi, D. B. and Façanha. A. R. 2008. Humic acids crossinteractions with root and organic acids. *Ann Appl Biol* 153:157–166.
- Canellas, L. P.; Façanha, A. R. 2004. Chemical nature of soil humified fractions and their activity. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 39:233-240),
- Casto, BC, Kresty LA, Kraly CL, Pearl DK, Knobloch TJ, Schut HA, Stoner GD, Mallery SR, Weghorst CM. (2002). Chemoprevention of oral cancer by black raspberries. *Anticancer Res* 22:4005-15.
- Cepeda, D.J.M. (1991). *Química de Suelos*. Segunda Edición. Editorial Trillas, S. A. de C.V. México, D.F.
- Collings, G.H. (1969): *Fertilizantes comerciales. Sus fuentes y usos*. Edición Cubana - Revolución. La Habana: Instituto del Libro. Cuba.
- Crandall, P. C. 1995. *Bramble production: The management and marketing of raspberries and blackberries*. Food Products Press. 213 p.
- Csicsor, J., Gerse, J. & Titkos, A. (1994). The biostimulant effect of different humic substance fractions on seed germination. *Humic substances in the global*

environment and implications on human health. Elsevier Science BV Amsterdam.

- Cuesta, A. (1994). Aplicación a suelos calizos de fertilizantes fosforados en combinación con ácidos húmicos. Universidad de Alicante, España
- Cuevas, P. A. 2001. Control de la clorosis férrica en tomate por fulvato de hierro. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cussaianoviich, P. 2001. Una aproximación a la agricultura orgánica. Agricultura Orgánica. 1:23-26
- Dale, A. 1989. Productivity in red raspberries. Hort. Rev. 11:185-228.
- David, P. P., P. V. Nelson and D. A. Sanders. 1994. A humic acid improves Growth of tomato seedling in solución culture. Journal of Plant Nutrition. 17(1): 173-184.
- Eedes, E., A. Newton (1988). Brambles of the Brithis Isles. London
- Ermakov, E. I.; Ktitorova, I. N.; Skobeleva, O. V. 2000. Effect of humic acid in the mechanical properties of cell walls. Russian Journal of Plant Physisology. 47:518-525.
- Fagbenro, J. A. and A. A. Agboola. 1993. Effect of different levels of humic acid On the growth and nutrient uptake of teak seedlings. Journal of Plant Nutrition. 16(8): 1465-1483. U.S.A
- FAOSFAT (2017). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Feng, C., Su, S., Wang, L., Wu, J., Tang, Z., Xu, Y. (2016). Antioxidant capacities and anthocyanin characteristics of the black-red wild berries obtained in Northeast China. Food Chemistry, 204, 150-158. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.122>
- García, J. C., García, G., Ciordia, M. A. (2014). El Cultivo del Frambueso. España.
- Gómez, J. (2012). Comportamiento de ácidos fúlvicos de leonardita en raíz de tomate y la absorción de algunos nutrimentos. Saltillo, Coahuila, México.
- González, C. G. (2013). Comportamiento de Humatos y Fulvatos de Magnesio en la Producción de Semilla de Higuera (Ricinus Communis). Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- González, J.L., Benítez, I.C., Pérez, I.M., Medina, M., 1992. Pig slurry compost as wheat fertilizers. *Bioresour. Technol.* 40, 125–130.
- Gray, R. 1977. Foliar fertilization with primary nutrients during the productive stage of plant growth. *Proc. Fert. Soc.*
- Hidalgo, J. C., Alcántar, G., Baca, G., Sánchez, P., & Escalante, A. (1998). Efecto de la condición nutrimental de las plantas y de la composición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad en tomate. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* , 16 (2), 143-148.
- Hummer, K. E. (2010) . *Rubus* pharmacology: antiquity to the present. *HortScience* 45: 1587–1591.
- Jankiewicz, L. S. & Urbanczyk de Espinoza, A. (2003). *Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas*. Grupo Mundi Prensa: México.
- Kahkonen, M. P, Hopia A .L, Heinonen M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. *J Agric Food Chem.* 49:4076-82.
- Kalinichev, J.Wang, R.J.Kirkpatrick (2007) Molecular dynamics modeling of the structure, dynamics and energetics of mineral-water interfaces: application to cement materials. *Cement and Concrete Research*, 37, 337-347.
- Kasai, M., Muto. S. (1990). Solubilization and reconstitution of ca pump from corn leaf plasma membrane. Institute of Applied Microbiology, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.
- Leiva, M., C., Schmidt G. Carla., Gajardo, G., (2017). *Cartilla hortofrutícola frambuesa. Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío.*
- López, S. R. (2014). Efecto de un humato de calcio y fulvato de hierro en la calidad y producción de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) y piquín (*Capsicum annum* L. aviculare) y en la porosidad en un suelo calcisol.
- López, S. R. 2009. Comportamiento de Tres Ácidos Fúlvicos en la Nutrición y Distribución de Raíz del Chile Piquin y Naranja. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autonoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

- MacCarthy, P. 2001. The principles of humic substances. *Soil Science*. 166:738-751.
- Macías, M. A. (2013). Pequeños agricultores y nueva ruralidad en el occidente de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(71), 187-207.
- Manganaris, G. A., Goulas, V., Vicente, A. R. y Terry, L. A. (2014). Berry antioxidants: Small fruits providing large benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), 825-833.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press Inc. Institute of Plant Nutrition. University of Hohenheim, Germany.
- McVickarr, M., G. Bridger y L. Nelson. 1963. Fertilizer technology and usage. 11a. Edición. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA
- Mendieta, E. J. (2001). Relaciones hídricas y fulvato de hierro en tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). Tesis de Mestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 48-63
- Moreno, V. (2009). Comportamiento de Dos Ácidos Fúlvicos de Leonardita en la Calidad, Producción y Distribución Radicular de Tomate Cherry en un Calcisol. Saltillo, Coahuila, México.
- Moros, J., P. Herbello, A. Moreda-Piñeiro, P. Bermejo-Barrera, S. Garrigues y M. de la Guardia. 2008. Screening of humic and fulvic acids in estuarine sediments by near-infrared spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.* 392:541–549.
- Mydagro, S. A. de C. V. (2018). Consultado en: <http://www.agro20.com/profiles/blogs/2015296:BlogPost:352387>
- Nardi, S., Muscolo, A., Vaccaro, S., Baiano, S., Spaccini, R. and Piccolo, A. 2007. Relationship between molecular characteristics of soil humic fractions and glycolytic pathway and Krebs cycle in maize seedlings. *Soil Biol Biochem* 39:3138–3146.
- Nardi, S.; Pizzeghello, C.; Ferrarese, L.; Trainotti, L.; Casadoro, G. (2002). A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology and Biochemistry*. 32:415-419.
- Nardi, S.; Pizzeghello, C.; Ferrarese, L.; Trainotti, L.; Casadoro, G. 2002a. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology and Biochemistry*. 32:415-419

- Naylor, D. V., Overstreet, R. (1969). Sodium-calcium exchange behavior in organic soils. *Soil Science Society of America Journal*, 33(6), 848-851.
- Oliveira, P. B.; Oliveira, C. M.; Monteiro, A. A. 2004. Pruning date and cane density affect primocane development and yield of 'Autumn Bliss' red raspberry. *HortScience* 39:520–524.
- Padayatt, S. J., Daruwala, R., Wang, Y., Eck, P. K., Song, J., Koh, W. S., & Levine, M. (2001). Vitamin C: from molecularactions to optimun intake. *Handbook of Antioxidants*.
- Palada, M. C.; Crossman, S. M. A.; Kowalski, A.; Collingwood, C. D. 1999. Evaluation of organic and synthetic mulches for basil production under drip irrigation. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 6(4): 39-48.
- Parra, M. R. Ramírez, Legarreta, J. L. Jacobo, Cuellar y J. G. Arreola, Avila. (2008) Fenología de la frambuesa roja 'Autumn Bliss' en Guerrero, Chihuahua, México
- Piccolo, A., Pietramellara, G. and Mbagwu, J. S. C. 1997. Use of humic acids substances as soil conditioners to increase aggregate stability, *Geoderma* 75, 267-277.
- Pimienta, A. (2004). Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. Saltillo, Coahuila, México.
- Poapst, P. A., Schitzer, M. (1971). Some effects of a fulvic acid component of soil organic matter on the growth of cultured excised tomato roots.
- Quaggiotti, S., Rupert, B., Pizzeghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V. and Nardi, S. 2004. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *J Exp Bot* 55:803–813.
- Ramos, R. (2000). Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante
- Reyes-Pérez, Juan José, Murillo-Amador, Bernardo, Nieto- Garibay, Alejandra, Troyo-Diéquez, Enrique, Reynaldo-Escobar, Inés María, Rueda- Puente, Edgar Omar, & Guridi-Izquierdo, Fernando. (2014). Humatos de vermicompost como mitigador de la salinidad en albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad*



Nacional de Cuyo, 46(2), 149-162. Recuperado en 26 de noviembre de 2019, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1853-86652014000200011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652014000200011&lng=es&tlng=es).)

- Schnitzer, M.(1969). Reactions between fulvic acid, a soil humic compound and inorganic soil constituents. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 33 (1), pp. 75-81.
- Ríos S., R. Rodríguez A., J. 1997. Aspersiones foliares de urea y ácido giberélico en la floración y rendimiento de frambuesa roja de otoño 'Autumn Bliss'. *Agrociencia* 31: 421-426.
- Rodríguez, A., J., Avitia G., E. 1984. El cultivo de la frambuesa roja. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, 33 p.
- Rojas O. 1982. Zonificación Agroecológica para el cultivo de café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. IICA, Serie Publicaciones Misceláneas No. A1/OCR-87-007. San José, Costa Rica, 83 p.
- Russo, R.O. and Berlyn, G. P. (1990) The Use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 1, 19-42.
- Ryabova, I. N. 2010. Organomineral Sorbent from Shubarkol Coal. ISSN 0361-5219, *Solid Fuel Chemistry*, Vol. 44, No. 5, pp. 335–338.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (1994). *Fisiología vegetal*. 4ta edición. Grupo Editorial Iberoamérica: EUA.
- Sánchez, A. J., Jorda, J., Juarez, M. 1994. Humic substances. Incidence on crop fertility *Acta Horticulturae*. 357:303-313.
- 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.
- Schnitzer, M, and U. C. Gupta. 1965. Determination of acidity in soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 29, 274–277.
- Schnitzer, M. (1969). Reactions between fulvic acid, a soil humic compound and inorganic soil constituents. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 33 (1), pp. 75-81.

- Seckback, J., (1982). Ferriting out the secrets of plant ferritin - a review J. plant nutr., 5 369–394.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012). Padrón de componente de agricultura protegida (PROAP) cierre 2012. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Padrones%202012/Final/Padron%20Agricultura%20Protegida%20Cierre%202012.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012).
- Secretaría de Desarrollo Rural de Colima (2013). Capacitación a productores colimenses de berries.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2012).
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (2016). Folleto del Gobierno de México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2017).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018). Infosiap.
- Sivakova, L. G., N. P. Lesnikova, N. M. Kim, and G. M. Rotova. 2010. Physicochemical Properties of the Humic Substances of Peat and Brown Coal. Solid Fuel Chemistry, 2011, Vol. 45, No. 1, pp. 1–6. © Allerton Press, Inc., 2011.
- Steiner , A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Horticultural Experiment Station, Naaldwijk, Netherlands Plant and Soil XV, no. 2.
- Sutton, R. and Sposito, G. 2005. Molecular structure in soil humic substance: new view. Environ Sci Technol 39(23):9009–9016.
- Swietlik, D. y M. Faust. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. Horticultural Review. 7: 287-355.
- Tan, K. H. (2011) Principles of soil chemistry. CRC Press, Taylor & Francis Group: EUA.
- Terry, E., & Leyva, A. (2006). Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate (Vol. 30). Costa Rica.

- Terry, E.; Leyva, A. 2006. Evaluación agrobiológica de la co-inoculación micorrizas arbusculares -rizobacterias- en tomate. *Agronomía Costarricense*. 30:65-73.
- Thompson, T. M. & Troeh, F. R. (1988). Calcio, magnesio y azufre. Los suelos y su fertilidad. Reverté: EUA.
- Tisdale, S. y W. Nelson. 1985. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Unión Tipográfica. Editorial Hispano-Americana, S.A. México.
- USDA. National Nutrient Database for Standard Reference: USDA Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods).
- Vanden H., J. E.; Sullivan, J. A.; Proctor J., T. A. 2000. Cane stabilization improves yield of red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *HortScience* 35: 181-183.
- Wadleigh, C. H. (1957). Growth and plants, in *Soil and Water Conservation*. A. Stefferud, ed. U. S. Government.
- Weber, C. A.; Maloney, K. E.; Sanford, J. C. 2004. Long-term field performance of primocane fruiting raspberry cultivars in New York. *HortTechnology* 14(4):590–593.
- Yang, ST., Sheng, G. D., Tan, X. L ., Hu J., Montavon, G., Wang, X.K. (2011). Determination of Ni(II) uptake mechanisms on mordenite surfaces: a combined macroscopic and microscopic approach. *Geochim Cosmochim Acta* 75:6520–6534
- Yuan, Z., L. Sun, Y. Lu, and J. Wang. 2006. Study on the content of humic acid extracting from grass peat [J]. *Municipal Engineering Technology*, 26(2): 154–156. (in Chinese).
- Zoffoli, J. P., Naranjo, P., & Leiva, F. (2010). Nuevas técnicas para Prolongar el Tiempo Poscosecha de Frambuesas.
- Zou, J., F. Wang, H. Zhu, and Y. Zhi. 2006. Study of the extraction of humic acid from weathered coal [J]. *Chemical Industry Times*, 20(6):10–12. (in Chinese)

Páginas web consultadas.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.6432>

[http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos\\_a.php](http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php)

<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

<http://www.agrimundo.gob.cl/wp-content/uploads/Informe-Frambuesa-VF22012013.pdf>

<http://agroproductores.com/frambuesa-en-mexico/>

<http://www.agro20.com/m/blogpost?id=2015296%3ABlogPost%3A352387>

<https://www.inforural.com.mx/con-produccion-de-berries-detuvieron-la-migracion-en-huejotzingo/>

<http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/26416>

[http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26471/Car\\_hort\\_Frambuesa2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26471/Car_hort_Frambuesa2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

<http://cosustenta.com/fichas%20tecnicas/FULVAKEL.pdf>

## APÉNDICE

Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar de Fruto (DPF).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	0.21318437	0.04263687	3.54	0.0211
<b>Error</b>	18	0.21703125	0.01205729		
<b>Total</b>	23	0.43021562			

C.V.= 4.772864

Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	0.05216217	0.01043243	3.87	0.0147
<b>Error</b>	18	0.0484616	0.00269231		
<b>Total</b>	23	0.10062377			

C.V.= 2.436496

Análisis de varianza para la variable Peso Fresco de Fruto (PFF).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	7.56215363	1.51243073	4.88	0.0054
<b>Error</b>	18	5.577275	0.30984861		
<b>Total</b>	23	13.13942863			

C.V.= 10.99998

Análisis de varianza para la variable Número de Drupelas por Fruto (NDF).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	1257.868333	251.573667	3.29	0.0276
<b>Error</b>	18	1375.49	76.416111		
<b>Total</b>	23	2633.358333			

C.V.= 8.647232

Análisis de varianza para la variable Solidos Solubles Totales (SST).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
---------------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------------

<b>Modelo</b>	5	0.94043333	0.18808667	0.34	0.8804
<b>Error</b>	18	9.88735	0.54929722		
<b>Total</b>	23	10.82778333			

C.V.= 7.012340

Análisis de varianza para la variable de Vitamina C (VC).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	228.6784452	45.735689	3.49	0.0222
<b>Error</b>	18	235.8854232	13.1047457		
<b>Total</b>	23	464.5638684			

C.V.= 17.02456

Análisis de varianza para la variable Número de Frutos por Planta (NFP).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	2867.5	573.5	1.17	0.3632
<b>Error</b>	18	8846.5	491.47222		
<b>Total</b>	23	11714			

C.V.= 34.37081

Análisis de varianza para la variable Número de Frutos por Tallo (NFT).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	716.875	143.375	1.17	0.3632
<b>Error</b>	18	2211.625	122.868056		
<b>Total</b>	23	2928.5			

C.V.= 34.37081

Análisis de varianza para la variable Diámetro Inferior de Tallo (DTI).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	0.10575521	0.02115104	0.68	0.6422
<b>Error</b>	18	0.55734375	0.03096354		
<b>Total</b>	23	0.66309896			

C.V.= 15.98165

Análisis de varianza para la variable Diámetro Superior de Tallo (DST).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	0.00169271	0.00033854	0.23	0.9467

<b>Error</b>	18	0.02703125	0.00150174		
<b>Total</b>	23	0.02872396			

**C.V.= 13.14564**

Análisis de varianza para la variable Altura de Planta (AP).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	8421.03281	1684.20656	4.38	0.0087
<b>Error</b>	18	6919.67625	384.42646		
<b>Total</b>	23	15340.70906			

**C.V.= 18.10102**

Análisis de varianza para la variable Rendimiento de Fruto por Hectárea (RFH).

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	5	26066989.4	5213397.9	0.59	0.7065
<b>Error</b>	18	158573820.6	8809656.7		
<b>Total</b>	23	184640810.0			

**C. V.= 34.52771**