

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Comportamiento de Tres Fulvatos en la Calidad de la Fresa Variedad “Festival”

TESIS

Por:

ELISA ARELI CAMPOS CHÁVEZ

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenvista Saltillo, Coahuila México, junio de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Comportamiento de Tres Fulvatos en la Calidad de la Fresa Variedad "Festival"

Por:

ELISA ARELI CAMPOS CHAVEZ

TESIS

Elaborada por la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobado por:



Dr. Rubén López Cervantes

Asesor principal



Dr. José Antonio González Fuentes

Coasesor



Dr. Edmundo Peña Cervantes

Coasesor



MC. Fidel Maximiano Peña Ramos

Suplente



Dr. Luis Samaniego Moreno

Coordinador de la división de ingeniería

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, al Sr. Ricardo Campos Torres y a la Sra. Yolanda Chávez Maldonado por toda su confianza, cariño, dedicación, por estar en las buenas y en las malas por ser siempre mis pilares de vida.

A mis hermanos, Francisco Javier, Nadir Adilene y Danna Esmeralda por todas las veces que estuvieron para mí, por cada consejo y aliento de ánimo, por brindarme su amistad sincera y acompañarme en cada paso. Sin duda son y serán siempre mi más grande inspiración.

A MI ALMA MATER, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Por brindarme el regalo del conocimiento y la sabiduría brindada a el campo agroalimentario, por abrirme sus puertas dejándome ser una persona libre y por llevarme de la mano por este camino que con gran sacrificio y empeño diario he logrado concluir con mis estudios.

Agradezco a mis asesores y maestros.

En especial al Dr. Rubén López Cervantes. Dr. Edmundo Peña Cervantes, Dr. José Antonio Gonzales Fuentes y al Mc. Fidel Maximiano Peña Ramos, por brindarme su valioso tiempo a la realización de mi tesis y a lo largo de la carrera. Por ser parte importante en este capítulo de mi vida.

A mis profesores de otros departamentos, por brindarme su conocimiento, su tiempo, su confianza y por cada vez que me dieron ánimos hasta el último momento.

DEDICATORIA

A mis padres.

El Sr. Ricardo Campos Torres y a la Sra. Yolanda Chávez Maldonado

Por brindarme su dedicación y valentía, por ofrecer la herencia del conocimiento y libertad, por su apoyo y confianza.

Gracias a ellos hoy soy una persona capaz de defenderme en la vida, por ser mis confidentes en este camino de la sabiduría. Por enseñarme que solo necesito del cariño de ustedes y mis hermanos para todo. Que solo basta con confiar en uno mismo y en dios para no depender de nadie y llegar hasta donde se quiera. Por siempre y para siempre mil gracias papás.

A mis sobrinos.

Alice Denisse y Carlos Ricardo, por ser esa inspiración de no rendirme y brindarme una sonrisa cariñosa que me devuelven a la vida cada vez que me siento triste.

A mi novio José Eduardo Martínez Reyes, por estar siempre conmigo, por ser una motivación y siempre levantarme en momentos difíciles por cada abrazo y sonrisa que me alentaban, por ayudarme siempre que lo necesite por ser esa parte importante en mi vida.

A mi abuelito Sr. Pedro Alvarado Díaz (+), por estar siempre conmigo, por confiar siempre en mí, por cada bendición, por todo su cariño por ser el abuelito lindo que siempre fue.

A mi abuelita Sra. María Guadalupe Maldonado Vargas, por ser ese ángel que nos guía por el mejor camino, por jamás olvidarnos y siempre estar al pendiente de todos, por ser esa madre tierna y feliz que anima siempre mi vida con tan solo recordarla

Índice

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVO	4
HIPOTESIS	4
REVISION DE LITERATURA	5
Generalidades de la Fresa	5
Las Substancias Húmicas (SH).....	5
Experiencias del Efecto de las SH	7
MATERIALES Y METODOS.....	9
Localización Del Área Experimental.....	9
Metodología	9
RESULTADOS	11
Peso Fresco de Frutos (PFF).....	11
Longitud de Fruto (LF)	12
Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF)	13
Firmeza de Fruto (FF).....	14
Sólidos Solubles Totales (SST)	15
Acidez Total de Fruto (ATF) y Vitamina C (VCF).....	16
Numero de Frutos Producidos (NFP)	17
Firmeza 15 Días Después de Cosecha (FF15)	18
Solidos Solubles Totales Después de 15 Días (SST15).....	19
DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSION	21
LITERATURA CITADA.....	22

Índice de figuras

Figura 1. Peso fresco del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	11
Figura 2. Longitud del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	12
Figura 3. Diámetro ecuatorial del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	13
Figura 4. Firmeza del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	14
Figura 5. Contenido de solidos solubles totales del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	15
Figura 6. Acidez y contenido de vitamina C en el fruto al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	16
Figura 7. Numero de frutos producidos al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	17
Figura 8. Firmeza del fruto quince días después de la cosecha al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	18
Figura 9. Contenido de solidos solubles totales del fruto quince días después de la cosecha al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.	19

Índice de cuadros

Cuadro 1. Distribución de tratamientos a fresa, variedad "festival".	10
---	----

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el comportamiento de un fulvato de micronutrientes, otro de potasio y magnesio y un fulvato triple 19, en la calidad de la fresa variedad “Festival”, se trasplantaron plántula en macetas de plástico, que contenían un suelotipo andosol colectado en Zamora, Michoacan, donde se les adicionaron 6, 8 y 10 ml.L⁻¹ de agua de tres fulvatos: uno de micronutrientes (FM), otro de potasio y magnesio (FKMg) y un triple 19 (FT19). Una solución nutritiva fue empleada como testigo (SN). Las variables medidas al fruto: peso fresco (PFF), longitud (LF), diámetro ecuatorial (DE), firmeza a cosecha (FF), sólidos solubles totales a cosecha (SST-°Brix), acidez titulable (AT), contenido de vitamina C (VC), número de frutos por planta (NFP), firmeza del fruto después de 15 días de cosecha (FF15) y sólidos solubles totales a 15 días después de cosecha (SST15). Se encontró que con la adición del FM con 6 ml.L⁻¹, se superó en 122 y 109 % al testigo respectivamente en PFF y NFP, y con 10 ml.L⁻¹ del mismo compuesto en 56 % en FF. Al adicionar 8 ml.L⁻¹ del FKMg, se superó en 22, 131 y 8 % al testigo respectivamente en DEF, FF15 y SST15, mientras que con 10 ml.L⁻¹ del FKMg, se adelantó en 27% al testigo (SN) en LF y con 6 ml.L⁻¹ del mismo compuesto en 764 %, en AT y VC. Se concluye que, con el fulvato de micronutrientes, realizó efecto positivo en la producción y firmeza del fruto al momento de la cosecha; mientras que el fulvato de potasio y magnesio lo efectuaron en la acidez total, la vitamina C, el diámetro ecuatorial, los sólidos solubles totales y la firmeza 15 días después de colectados los frutos y en la longitud del fruto.

Palabras Clave: *Fragaria x ananassa*, *substancias humicas*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa en México, tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico; conforme a los datos registrados en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA, en 2010 en la República Mexicana, se contó con una superficie cultivada de 6,282 ha de diferentes variedades que aportaron una producción de 226,657 Ton., con un valor de la producción superior a los 2,102 millones de pesos. Las principales entidades productoras de fresa son Baja California, Guanajuato, Jalisco, Estado de México y Michoacán; en esta última entidad se concentra la mayor producción nacional con una superficie cultivada de 3,252 ha y una producción de 113,193 Ton en el 2010. (SIAP-SAGARPA2011).

La fresa es una fruta muy ligera, ya que gran parte de su composición es agua y posee una importante cantidad de vitamina C, que protege al cuerpo fortaleciendo el sistema inmune. En el segmento de la salud, la fresa es una de las frutas más bajas en calorías (30Kcal/100 g), por debajo del melón (35 kcal) o la sandía (32 kcal), su contenido en proteínas, grasas y sodio también es muy bajo. Los compuestos más importantes de las fresas son los azúcares, con una cantidad moderada que apenas llega al cinco por ciento de su peso y el color de la fresa, es debido a ciertos pigmentos que actúan como poderosos antioxidantes; además, evita la formación de colesterol(Pamplona, 2006).

La selección del sitio de producción, de variedades y el cuidadoso empleo de técnicas de producción, son esenciales para lograr el máximo rendimiento y alta calidad con este cultivo (Larson, 2000) y se produce continuamente durante seis o siete meses; pero, la calidad es muy variable dependiendo del manejo que se le asigne durante y después del cultivo, ya que el fruto es muy susceptible al ataque de microorganismos y al daño físico.

Es conocido que con el uso de fertilizantes químicos, se nutre adecuadamente a los cultivos, se conserva la calidad y el daño por ataque de microorganismos y físico, se reduce considerablemente; sin embargo, estos compuestos son costosos y si no se hace una adición adecuada en cuanto a la cantidad, se pueden salinizar los suelos, por lo que en México, con el auge de la agricultura orgánica y la sostenible y/o sustentable, el uso de productos

orgánicos ha tomado gran importancia como lo es el uso de sustancias húmicas (SH), las que al mezclarlas con los fertilizantes químicos, se ha demostrado que aumentan la cantidad y calidad de los frutos.

Las SH se clasifican como los ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), los que poseen como característica fundamental grupos funcionales oxigenados ($-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{COO}^-$) y nitrogenados (NH , NH_2); de los dos tipos de grupos funcionales, los primeros forman más del 80 por ciento de la molécula de las sustancias orgánicas mencionadas., que tienen la particularidad de complejar y/o quelatar a los nutrimentos (cationes) y la mezcla de ambos compuestos, se denominan humatos, para el caso de los AH y fulvatos, para los AF, del elemento nutrimental adicionado. En el caso del presente trabajo, al unirse los AF al potasio (K) y al magnesio (Mg), son fulvatos de potasio y magnesio, mientras que al unirse con el N, P, y K al 19 por ciento, se nombran fulvatos de nitrógeno, fosforo y potasio al 19 por ciento, mientras que cuando se unen con micronutrimentos se le llama fulvato de micronutrimentos.

La fresa es una de las frutillas que gustan mayormente dulces, firmes, nutritivas y duraderas, en la presente investigación estas variables fueron las consideradas a mejorar, para la satisfacción del requerimiento por el consumidor con resultados muy aceptables; aunque, es conocido que la fresa no es del todo dulce, pues menos el cinco por ciento de esta es azúcar y es mayormente ácida.

OBJETIVO

Determinar el comportamiento de tres fulvatos en la calidad de la fresa y establecer la dosis óptima de por lo menos uno de ellos, que aumente la calidad de la fresa.

HIPOTESIS

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

REVISION DE LITERATURA

Generalidades de la Fresa

Actualmente “Camarosa” es la variedad líder en los estados productores, como Guanajuato, Michoacán y Estado de México y se estima que se está utilizando en el 60 por ciento de las plantaciones; produce fruta abundante y de excelente calidad, tanto para consumo en fresco como para la industria. Planta vigorosa de día o fotoperiodo corto, productora en invierno con producción temprana, consistente y uniforme, es gran productora de estolones y presenta buen rendimiento; produce fresa brillante y roja de forma cónica, de textura firme con excelente sabor, el fruto mantiene un tamaño mediano a grande a lo largo de la producción y es susceptible a antracnosis de fruto (*Colletotrichumaculatum*), pudrición de corona (*Colletotrichumgloeosporodies*) y Bacterias (Consejo Nacional de la Fresa “CONAFRE”,2008)

Por su contenido organoléptico, la fresa es un fruto con un contenido superior al 90 por ciento de agua, por lo tanto es muy perecedera y por consiguiente requiere de un manejo especial para evitar su deterioro especialmente en lo concerniente a hongos (Angulo, 2009) y cada 100 g de fresa contiene: proteínas 0.7 g, carbohidratos 7.68 g, potasio 190 mg, provitamina A 5 mg, folato 20 mg, agua 89.6 ml, grasa 0.5 g, fibra 2.2 g y vitamina C 60 mg (Chinchilla, 2013).

Las Substancias Húmicas (SH)

La Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (IHSS-2013), las define como una mezcla compleja y heterogénea de materiales polidispersados, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de plantas y restos de microorganismos y de acuerdo a Stevenson, (1994), se clasifican en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis; se encuentran asociadas, mediante uniones de carácter débil (puente de hidrogeno, fuerza de Van der Waals). La formación de las SH, involucra a todos los compuestos que se generan en la desintegración de la materia orgánica fresca, los subproductos humificados en diferentes grados

interactúan y generan una infinidad de macromoléculas de complejidad, composición y estructura.

Los AF se distinguen de los AH por su coloración más clara, contenido bajo de carbono (menos del 50 %) y porque son solubles en agua, alcohol, álcalis, ácidos minerales; es decir, son solubles a cualquier condición de pH; pero, los AH son solubles en álcali y precipitan a pH de ligeramente ácido a ácido. Los AF pertenecen al grupo de los ácidos hidrocarboxílicos y en la hidrólisis ácida, forman sustancias reductoras, tienen alta capacidad de cambio (de 700 a 1200 cmol.kg^{-1}) actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos $-\text{R}_2\text{O}_3$ que poseen gran movilidad; por lo tanto, no existen dudas sobre los AF como grupo independiente de materiales húmicos con propiedades distintas a la de los AH (Mendelez, 2003) Los AF constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por ácidos. (Cerisola, 2015).

La importancia del estudio y manejo de las SH, radica en la gran influencia que tienen sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos; en el suelo, contribuyen a mejorar la actividad microbiana del mismo, lo cual resulta en mejores condiciones físicas para el establecimiento de las raíces y consecuentemente de la planta, tienen la capacidad de adsorción y desorción iónica, liberación de nutrientes a mediano y largo plazo. (Rodríguez, 2001) y funcionan como agentes quelatantes de cationes metálicos (Nardiet al. 2002).

Un complejo, se caracteriza porque el catión metálico se encuentra rodeado y enlazado a una o más moléculas o iones. La estructura del complejo o del quelato, preserva al ion metálico ante la formación de compuestos insolubles con otros agentes, así como de la fijación por las arcillas u otros componentes del suelo. (Rivas 2016) por ello Ameri y Tehranifar (2012), comentan que las SH, juegan un rol vital en la fertilidad del suelo y su aplicación, incrementa el crecimiento de las plantas y la disponibilidad de los nutrientes; además, afirman que plantas producidas en suelos que contienen adecuadas cantidades de SH, están sujetas a menos estrés, son más saludables y producen mayor cantidad de frutos y por consiguiente, mayor calidad de estos. Además, Morard., Morard, (2006), mencionan que la adición de SH en la solución nutritiva causa en una disminución

(-14%) del consumo hídrico de cada planta de fresa. Este efecto, se traduce en un mayor aprovechamiento del agua consumida, para producir la misma cantidad de biomasa (materia seca del conjunto, raíces hojas, frutos).

Las SH presentan un gran potencial en agricultura, son tradicionalmente consideradas como fuente de nutrimentos en forma de liberación retardada y como una reserva de coloides orgánicos que intervienen en los procesos de retención hídrica de los suelos; aplicados al suelo, mejoran el balance nutricional, especialmente el aprovechamiento de fósforo y microelementos (Meléndez, 2003).

Experiencias del Efecto de las SH

Dursonet *al.* (2007), afirman que las SH tienen efectos benéficos en la absorción de nutrientes por las plantas y particularmente el transporte y disponibilidad de microelementos; cuando se aplican en soluciones minerales ayudan al crecimiento de varias especies vegetales lo que hace creer que dichas sustancias actúan como hormonas de crecimiento vegetal (Chenet *al.* 1990). Aplicaciones prolongadas de manera foliar de AH, estimulan mayor eficiencia fotosintética a partir de la quinta aplicación al principio de la cosecha de fruta en la planta de fresa (Neri *et al.* 2002).

La aplicación de SH se observa un aumento en la nutrición mineral, es decir, en general aumenta la absorción de macro y micro elementos que podrían estar relacionados con la estimulación del crecimiento de plantas. La aplicación de extractos húmicos mejora la absorción de potasio, calcio, fosforo, nitrógeno, manganeso y hierro; además, se ha observado mayor concentración de nutrimentos en los tejidos radicales. En condiciones hidropónicas, se ha observado que inducen a una precocidad en la floración y modifican el desarrollo de la raíz, es decir, hay mayor cantidad de raíces. (Eyheranguibe *et al.* 2008).

Los efectos Bioestimulantes de las SH, es que se caracterizan tanto por los cambios estructurales y fisiológicos en las raíces y brotes relacionados con la absorción de nutrientes, la asimilación y distribución (rasgos de la eficiencia del uso de nutrientes). También, pueden inducir cambios en el metabolismo vegetal y los relacionados con la

tolerancia al estrés abiótico que modula colectivamente crecimiento de las plantas, así como la promoción de la aptitud. En conclusión, la aplicación exógena de SH dentro de los sistemas agronómicos, se puede utilizar para ayudar al desarrollo de la intensificación sostenible. Como la mayoría de las SH utilizados en la agricultura, actualmente se derivan a partir de recursos no renovables como el carbón y la turba, la promoción de esta tecnología también requiere el desarrollo de nuevas fuentes sostenibles de productos húmicos (Canellaset *al.* 2015).

La complejación y/o quelatación es el papel más importante de las sustancias húmicas, ya que quelatan los cationes y los coloca disponibles para la raíz de la planta; además, previene su precipitación. Los elementos metálicos son más rápidamente adsorbidos que los alcalinotérreos, ya que se compleja hierro y zinc más rápido que el sodio (Stevenson, 1994). Las SH estimulan la absorción de iones en muchas plantas a una concentración de 10 a 100 ppm. (Zachariakiset *al.* 2001).

MATERIALES Y METODOS

Localización Del Área Experimental

La presente investigación, se realizó en un invernadero del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, *campus* principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México, ubicada geográficamente en 25° 21' Latitud Norte y 101° 02' Longitud Oeste, con una altitud de 1742 m.s.n.m.

Metodología

Plántulas de la variedad "festival", adquiridas en Irapuato, Guanajuato, trasplantadas en masetas de plástico, con un suelo del horizonte Ap de un andosol, colectado en Zamora, Michoacán con cuyas características principales que cuenta con pH de 6.8, conductividad eléctrica de 0.069 ds m⁻¹, textura arenosa y 1.5 % de materia orgánica. Después de medio año sin tratamiento, se fertilizo con una solución nutritiva completa.

La elaboración de los tratamientos fue la siguiente: Leonardita fue molida en un mortero y tamizada a una malla de dos milímetros; a este mineral fósil, le fue adicionado hidróxido de potasio, 0.2N (KOH, 0.2N) y puesto en "Baño María" durante dos horas a 60°C, para de esta forma extraer los AH y los AF. Con ácido acético al 98 por ciento, se llevó el pH a cuatro de la solución y fueron separados ambos compuestos orgánicos; los AH fueron desechados y solo se emplearon los AF para formar los fulvatos. La elaboración del fulvato de micronutrientes (FM), fue de la siguiente manera: a los AF se les agregó sulfato ferroso, de zinc, de cobre y ácido bórico; el Fe, Zn y Cu al dos por ciento y el B al 0.2 por ciento. Para el segundo fulvato, a los AF se les agregaron sulfato de potasio y magnesio; el K y el Mg fueron al dos por ciento y el compuesto denominado fulvato de potasio y magnesio (FKMg). Para el tercer compuesto se le agregó nitrógeno con fosfonitrato, fósforo con fosfato mono potásico y potasio con nitrato de potasio al 19 por ciento, se le denominó fulvato triple diecinueve (FT19). El resultado fue de tres fulvatos, los cuales se adicionaron al suelo las dosis de: seis, ocho y 10 ml L⁻¹ de agua y como testigo se aplicó una solución nutritiva completa (Cuadro 1).

Las variables medidas al fruto: peso fresco de frutos (PFF), longitud de fruto (LF) y diámetro ecuatorial de fruto (DEF) (vernier Stainless-Steel, marca Truper) como indica la

norma NMX-FF-9-1982, firmeza de fruto (FF) (Penetrómetro, FruitHardessTester, modelo FHT 200. Extech, instruments) sólidos solubles totales (SST) (°Brix – refractómetro, Máster refractometer, marca ATAGO) como indica la norma NMX-F-103.1982, acidez titulable de fruto (ATF) titulado con hidróxido de sodio 0.1 N, vitamina C (VCF) mediante la titulación con 2,6 diclorofenolindofenol 0.001N, número de frutos por planta (NFP), vida de anaquel mediante refrigeración después de cosecha y medición de firmeza (FF15) y sólidos solubles totales (SST15) después de quince días transcurridos.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos a fresa, variedad "festival".

Tratamientos	Dosis (ml.L ⁻¹ de agua)
FM6	6
FM8	8
FM10	10
FKMg6	6
FKMg8	8
FKMg10	10
FT196	6
FT198	8
FT1910	10
SN	100%

FM: fulvato de micronutrientes, FKMg: fulvato de potasio y magnesio, FT19: fulvato de triple diecinueve, SN: testigo.

El proyecto se distribuyó de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar, arrojó 10 tratamientos, con tres repeticiones por tratamiento. Se efectuó un análisis estadístico a los datos generados el cual consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias, mediante el método de DMS ($p \leq 0.05$); para esto se implementó el paquete estadístico StatisticalAnalysisSystem versión XX (SAS).

RESULTADOS

Peso Fresco de Frutos (PFF)

En esta variable, se observa que hay efecto significativo de los tratamientos. En general se aprecia, que el valor al aplicar las dosis mínima y media del fulvato de micronutrientes, aventajo al valor presentado con la adición de la dosis máxima, mientras que el valor cuando se aplicaron las dosis media y máxima fueron superiores al valor de la dosis mínima del fulvato de potasio y magnesio, el valor de la dosis máxima de fulvato triple 19 aventajo a las cantidades de las dosis media y mínima. De forma particular, se establece que con la aplicación de la dosis mínima del fulvato de micronutrientes, el valor supero al testigo en 122 por ciento (Figura 1).

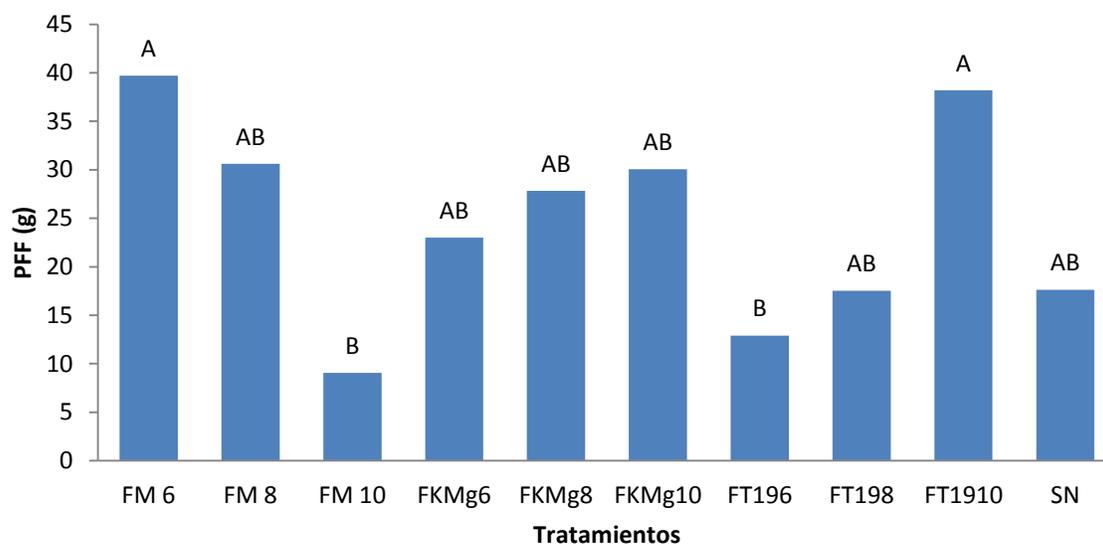


Figura 1. Peso fresco del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.

Longitud de Fruto (LF)

Para esta variable, los tratamientos tuvieron efecto significativo. De manera general se observa que al adicionar el fulvato de micronutrientes, los valores de las dosis mínima y media superaron a la dosis máxima, mientras que los valores con la aplicación de las dosis mínima y media del fulvato de potasio y magnesio, fueron superados por la dosis máxima, con la adición del fulvato triple 19 el valor de la dosis mínima fue superado por el valor de las dosis media y máxima. De manera particular, se establece que el valor de la dosis máxima del fulvato de potasio y magnesio, supero al testigo en 27 por ciento (Figura 2).

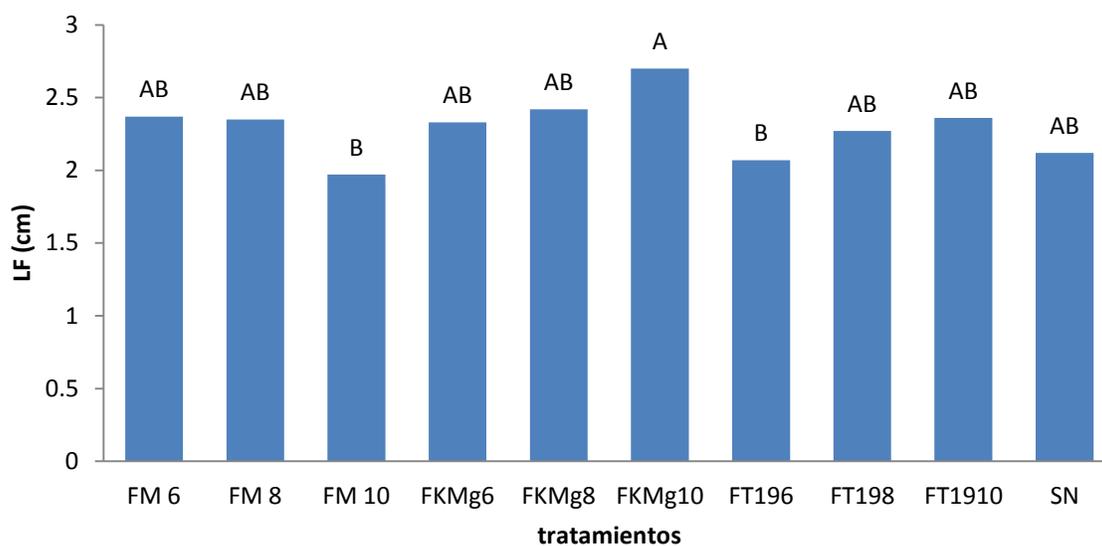


Figura 2. Longitud del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fósforo y potasio.

Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF)

Se observa, que en esta variable existe efecto significativo de los tratamientos. En general, se aprecia que los valores de las dosis mínima y máxima del fulvato de micronutrientes fueron superados por la cantidad de la dosis media, de igual manera sucedió con los valores de las dosis del fulvato de potasio y magnesio, y el fulvato triple 19. De forma particular, se establece que el valor de la dosis media del fulvato de potasio y magnesio, aventajo en 22 por ciento al valor del testigo (Figura 3).

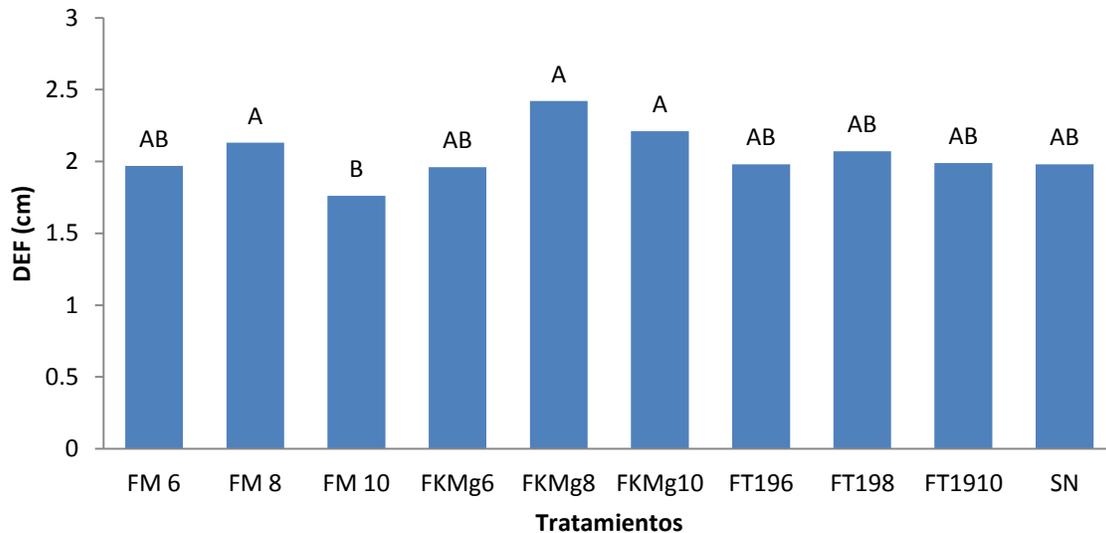


Figura 3. Diámetro ecuatorial del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.

Firmeza de Fruto (FF)

En esta variable, se aprecia que existió efecto significativo entre los tratamientos. En general, se observa que el valor con la aplicación de la dosis máxima del fulvato de micronutrientes fue superior a las cantidades de las dosis mínima y media, mientras que al adicionar el fulvato de potasio y magnesio el valor de las dosis mínima y media fueron superadas por la cantidad de la dosis máxima, al aplicar el fulvato triple 19, la cantidad de la dosis mínima fue superior a los valores de las dosis media y mínima. En particular, se establece que el valor con la adición de la dosis máxima del fulvato de micronutrientes, se superó al valor del testigo en 56 por ciento (Figura 4).

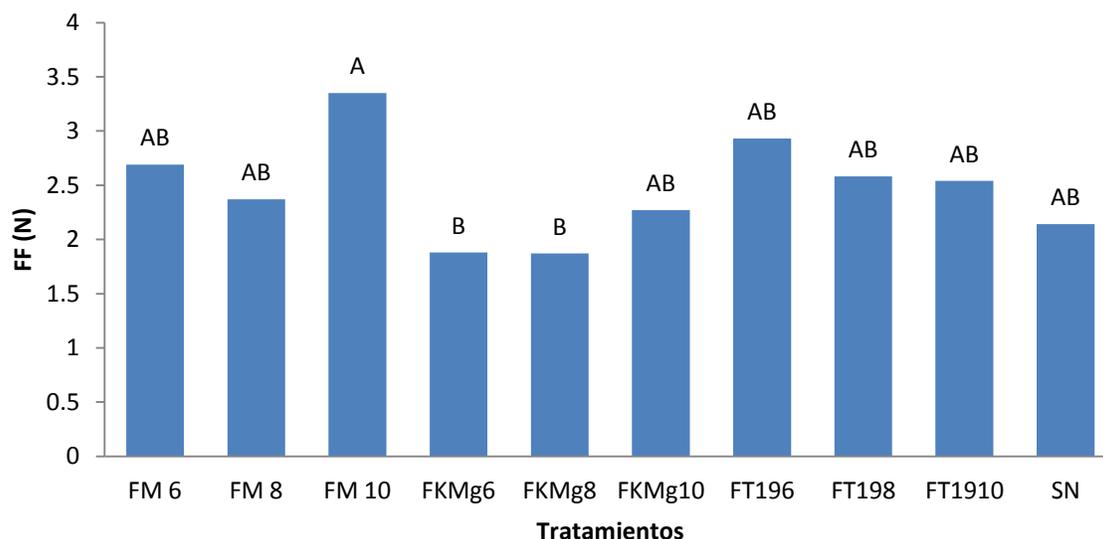


Figura 4. Firmeza del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.

Sólidos Solubles Totales (SST)

En esta variable, se observa efecto significativo de los tratamientos. De manera general, se aprecia que los valores al aplicar el fulvato de micronutrientes, en dosis mínima y máxima fueron superados por el valor de la dosis media, en cuanto al fulvato de potasio y magnesio, el valor de la dosis máxima fue superior al valor de las dosis mínima y media, mientras que al aplicar el fulvato triple 19, los valores de las dosis mínima y máxima fueron inferiores a la cantidad media. En particular, se establece que el valor del testigo fue superior a los valores de los tratamientos, siendo superior en 19 por ciento al valor máximo de los tratamientos que fue la dosis media del fulvato triple 19 (Figura 5).

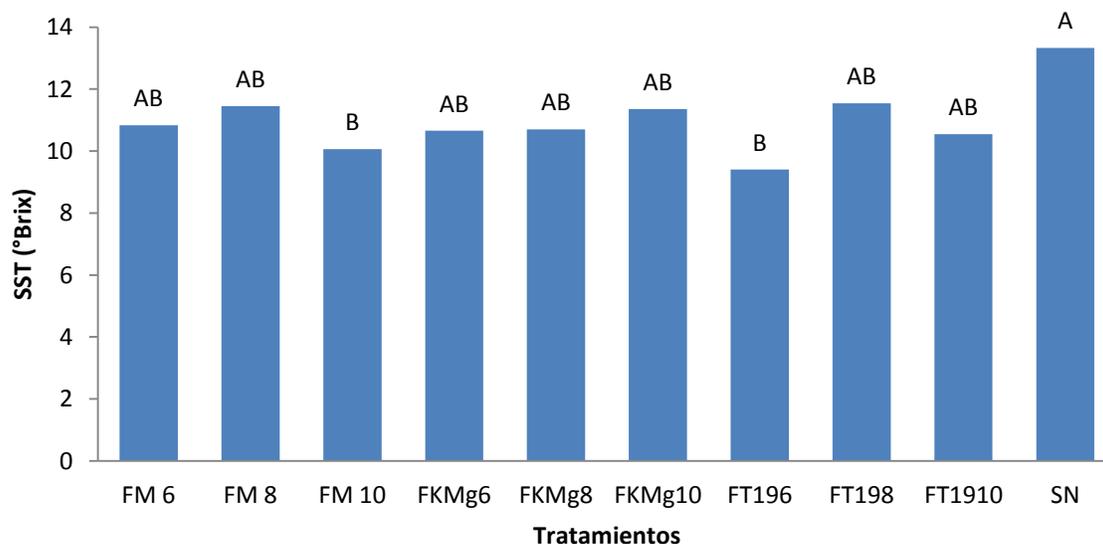


Figura 5. Contenido de sólidos solubles totales del fruto de fresa, al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fósforo y potasio.

Acidez Total de Fruto (AT) y Vitamina C (VC)

En la variable, hay efecto significativo de los tratamientos. De manera general, se aprecia que con el valor de la dosis media y máxima, se aventajo al valor de la dosis mínima, al adicionar el fulvato de potasio y magnesio el valor de la dosis media supero los valores de las dosis medias y mínimas, al aplicar el fulvato triple 19, las cantidades de las dosis mínima y máxima fueron aventajados por el valor medio. De forma particular, se establece que el valor de la dosis media del fulvato de potasio y magnesio, aventajo en 64 por ciento al valor del testigo (Figura 7).

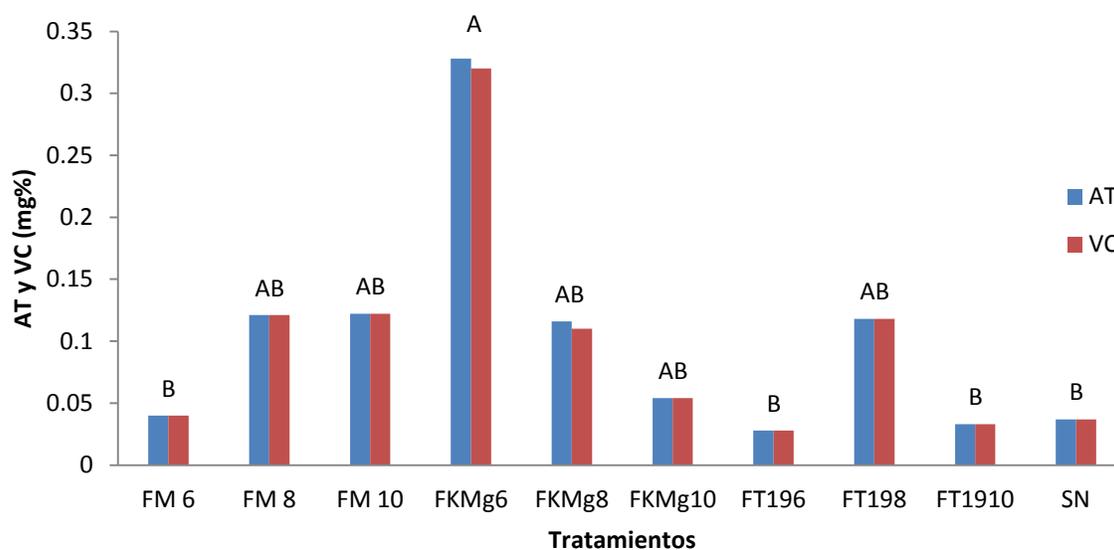


Figura 6. Acidez y contenido de vitamina C en el fruto al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fósforo y potasio.

Numero de Frutos Producidos (NFP)

En esta variable, hay efecto significativo de los tratamientos. En general se aprecia que el valor de la dosis mínima del fulvato de micronutrientes aventajo a la cantidad presente por la aplicación de la dosis media y mínima, mientras que al aplicar la dosis mínima el valor supero a la cantidad de las dosis media y máxima, mientras que con la aplicación de la dosis máxima del fulvato triple 19 se aventajo a los valores, cuando se aplicaron las dosis mínima y media. En particular, se establece que el valor cuando se aplicó la dosis mínima del fulvato de micronutrientes, se aventajo al testigo en 109 por ciento. (Figura 7)

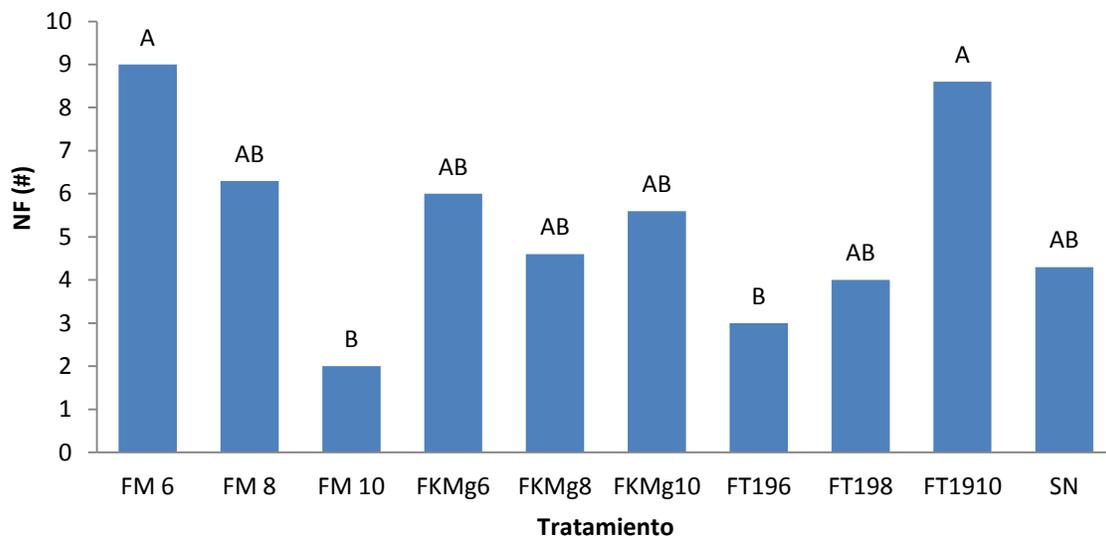


Figura 7. Numero de frutos producidos al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.

Firmeza 15 Días Después de Cosecha (FF15)

Se observa, que en la variable hay efecto significativo de los tratamientos. En general, se aprecia que el valor con la adición de la dosis mínima del fulvato de micronutrientes, se superó a las cantidades de las dosis media y mínima, el valor al aplicar las dosis mínima y media del fulvato de potasio y magnesio fue superado por la cantidad al aplicar la dosis media, de igual manera sucedió con los valores al aplicar el fulvato triple 19. En particular, se establece que el valor de la dosis mínima del fulvato de micronutrientes fue superior en 130 por ciento al valor del testigo (Figura 8).

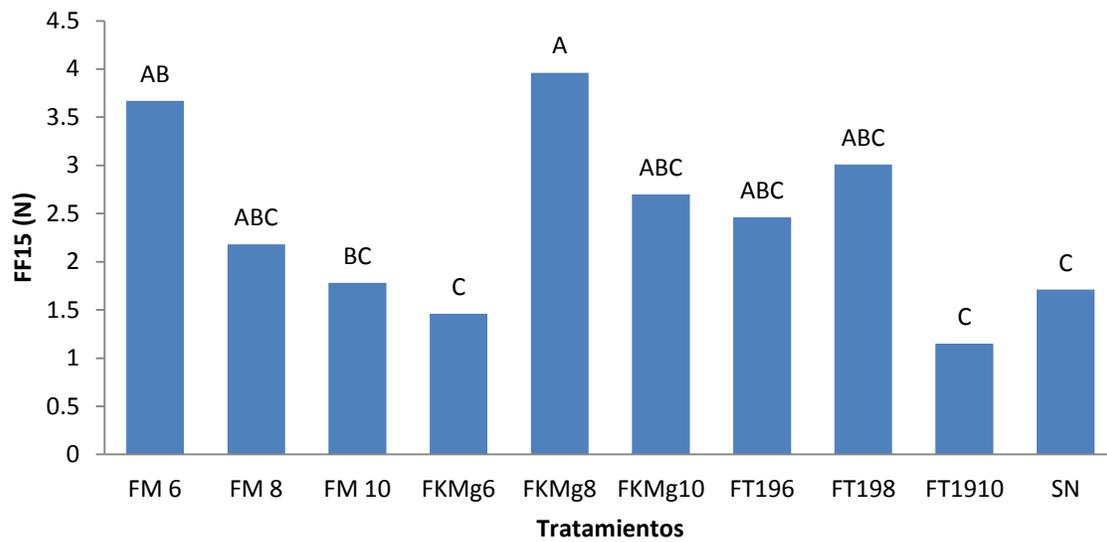


Figura 8. Firmeza del fruto quince días después de la cosecha al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.

Solidos Solubles Totales Después de 15 Días (SST15)

En esta variable, se observa que no existe efecto significativo de los tratamientos. De manera general, el valor al aplicar la dosis media del fulvato de micronutrientes fue superior al valor de las dosis mínima y máxima, al aplicar el fulvato de potasio y magnesio el valor de la dosis media supero a los valores de las dosis mínima y máxima, en cuanto al fulvato triple 19, el valor de la dosis mínima supero a los valores de las dosis media y mínima. En particular, se establece que con la dosis media del fulvato de potasio y magnesio el valor superoen siete por ciento al valor del testigo (Figura 9).

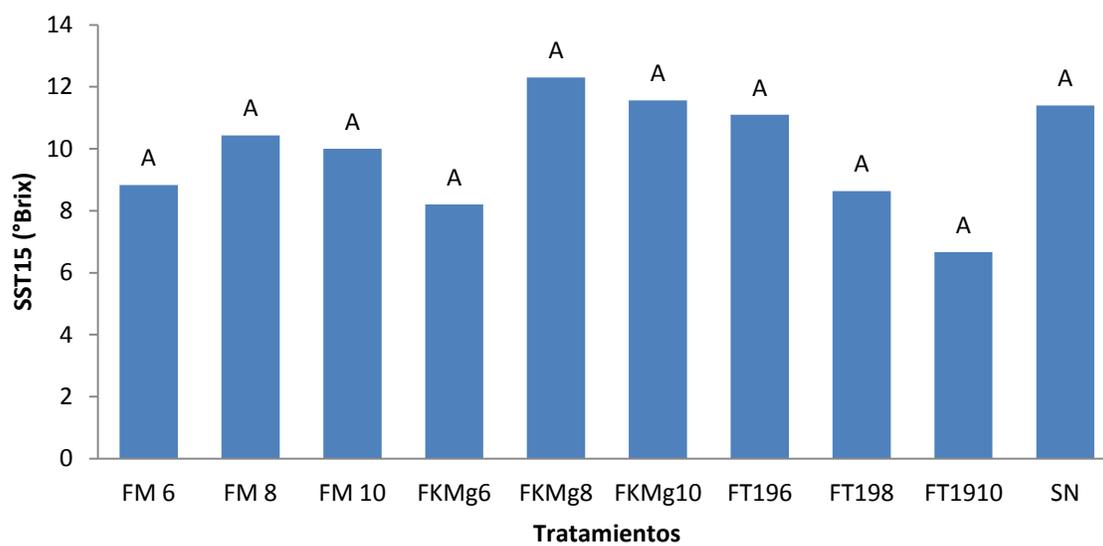


Figura 9. Contenido de solidos solubles totales del fruto quince días después de la cosecha al adicionar tres fulvatos: de micronutrientes; de potasio y magnesio; y otro de nitrógeno, fosforo y potasio.

DISCUSIÓN

Las fresas cultivadas en México cumplen con los más altos y rigurosos estándares de calidad y se caracterizan por su buen tamaño, color rojo profundo, delicioso aroma y especialmente por su sabor.

Hoy la fresa mexicana aporta el 5.2 por ciento de la producción mundial. En 2011, se cosecharon 229 mil toneladas, sembradas en 7 mil hectáreas, con estas cifras México se ubica como el sexto productor mundial de fresa. Michoacán, Baja California y Guanajuato son los estados que concentran la mayor parte de la producción.(México produce, 2016)

Albanet *al.* (2010), Determino el tiempo máximo de conservación de la fresa el cual es de 10 días en refrigeración, en este trabajo realizamos los análisis a los quince días y las fresas no mostraban proceso de descomposición alguno solo la firmeza disminuyo en algunos tratamientos como son la dosis media y máxima de fulvato de micronutrientes, la dosis mínima del fulvato de potasio y magnesio así como la dosis mínima y máxima del fulvato triple 19.

Sánchez (2010), menciona que el calcio proporciona firmeza al fruto, el potasio incrementa el tamaño, el magnesio favorece al color, el fosforo promueve el crecimiento radical y ayuda en la floración, en el experimento resulto que la mayor firmeza del fruto al momento de la cosecha fue alcanzada por la dosis máxima de fulvato de micronutrientes, así como la dulzura.

La firmeza de la fruta, en general, disminuye a medida que los frutos maduran; para garantizar el suministro de fruta de alta calidad, es importante seleccionar la fruta con un grado adecuado de maduración, la apariencia física, el sabor y tiempo de conservación post-cosecha, ya que dependen del nivel de madurez en la cosecha (Schmilovitch *et al.* 2000). Esto concuerda con lo encontrado en el presente trabajo ya que las mediciones de firmeza después de quince días de cosecha arrojaron valores menores a los que se encontraron en el momento de cosecha.

CONCLUSION

El fulvato de micronutrientes, realizó efecto positivo en la producción y firmeza del fruto al momento de la cosecha; mientras que el fulvato de potasio y magnesio en la acidez total, la vitamina C, en el diámetro ecuatorial, los sólidos solubles totales, la firmeza 15 días después de colectados los frutos y en la longitud del fruto.

LITERATURA CITADA

- Albán, Á. B., Ramos, M., Nuñez, M. A., 2010 Estudio de la vida útil de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamiento con radiación ultravioleta de onda corta (UV-C). *Revista Tecnológica-ESPOL*, 23(2).
- Ameri, A., Tehramifar, A., 2012. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristics of *Fragaria ananassa* cv. Camarosa. *Journal of biological and Environmental Science* 6, 16, 77 – 79.
- Angulo, R., 2009. “Fresa”. Bayer CropScience S.A. Bogotá. 44p.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A., 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15-27.
- Cerisola, C. 2015. La materia orgánica edáfica. Manejo y conservación de suelos. Departamento de ambiente y recursos naturales. UNLP. 19 p.
- Chen Y., T. Aviad., 1990. Effects of humic substances on plant growth. In *Humic substances in soil and crop science; selected readings* (pp. 161_/186). Madison: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America
- Chinchilla, M., S., 2013. Consejo nacional de producción, sistema de información agroalimentaria. Costa Rica.
- Consejo nacional de la fresa (CONAFRE). 2008. variedades de fresa utilizadas en México <<http://www.conafre.com/>>.
- Dana, M., N., 1981. Strawberry plant and its environment. In: Childers, N.F. (ed.) *The strawberry; cultivars to marketing*. Horticultural Publications. Gainesville, FL. p. 33-44.
- Dávalos, P.A., Aguilar, R., Jofre, A., Hernandez, A., R., Vazquez, M., N., 2011. Tecnología para sembrar viveros de fresa. libro técnico num. 3, inifap, Sagarpa. Fundación Guanajuato produce A.C. Celaya Guanajuato.
- Darrow, G., M., 1966. *The strawberry*. Holt, Rinehart and Winston. New York.
- Durson A; I. Guven., Turan., 2007. CAP 52 Macro and micro nutrient contents of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and eggplant (*Solanum melongena* var. *Esculentum*). Seedling and their effects on seeding in relation to humic acid application. *Improved Crop Quality by Nutrient Management* Vol.86.

- Eyheraquibel B., J. Silvestre., P. morard. 2008. Effects of humic substances derives from waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize bioresource technology 99(10): 4206-4212.
- Hancock, J.F., 1998. Strawberries. CABI Publishing. New York, USA. 237 p
- Sanchez., G., 2010 manejo integral de la nutrición de berries, colegio de postgraduados. Disponible en: <http://es.slideshare.net/FletcherxD/manejo-integral-nutricion-berries>.
- Maas, J.L., 1998. Compendium of strawberries diseases. 2nd. ed. Amer. Phytopathol. Soc. St. Paul, Minnesota. U.S.A. 98 p.
- Mendelez, G., 2003. Taller de abonos orgánicos residuos orgánicos y en la materia orgánica del suelo. Centro Agronómico tropical de Investigación y enseñanza (CATIE).
- Melendez., G., y Soto., G., 2003. Taller de abonos orgánicos universidad de Costa Rica.
- México produce.,2016citado el 03/12/2016, disponible en: <<http://www.mexicoproduce.mx/2016/10/fresaMexicana.html>>
- Morard M., Morard., 1993. Las sustancias húmicas mejoran la producción de las fresas. Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros.
- Neri, D., Lodolini, E. M., Savini, G., Sabbatini, P., Bonanomi, G.,Zucconi, F.,2002. Foliar application of humic acids on strawberry (cvOnda). *Acta horticultrae*. 594.
- Rivas C.,2016. Uso de complejos orgánicos en la agricultura, Intagri,
- Rodríguez, F., 1991. Sustancias húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura,Intagri.
- Schmilovitch Z, Mizrach A, Hoffman A, Egozi H, Fuchs Y., 2000.Determinación de índices fisiológicos de mango por espectrometría de infrarrojo cercano. *PostcosechaBiolTechnol.* ; 19 : 245-252
- Sociedad internacional de sustancias húmicas (IHSS)., 2013. Producto de alface cultivado en solucao nutritiva completa com adicto a substancias húmicas extraídas de sete carvones minerales. Universidad federal de santa maria. Programa de posgraduados en agronomía. Santa Maria, Brasil. Pp. 343-345

- Stevenson, F., 1994. Humus chemistry; génesis, composition, reactions. New york Pp. 496
- Strand, L.L., 1994. Integrated pest management for strawberries. University of California. Publication 3351. Oakland, CA. USA. 142 p.
- Wilhelm, S., 1984. Fungal diseases of the root and crown, p. 78-79. In: Maas, J.L. (ed.). Compendium of strawberry diseases. American Phytopathological Society. St. Paul, Minn. USA.
- Wilhelm, S. and R.D. Nelson., 1981. Fungal diseases of strawberry, 245-292. In: Childers, N.F. (ed.). The strawberry; cultivars to marketing. Horticultural Publications, Gainesville, FL. USA.
- Wilhelm, S., 1984. Fungal diseases of the root and crown, p. 78-79. In: Maas, J.L. (ed.). Compendium of strawberry diseases. American Phytopathological Society. St. Paul, Minn. USA.
- Zachariakis, M., Tzorakakis, E., Kritsotakis, I., Siminis, C. I., Manios, V., 1999. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine rootstocks. In *International Symposium on Composting of Organic Matter 549* (pp. 131-136).