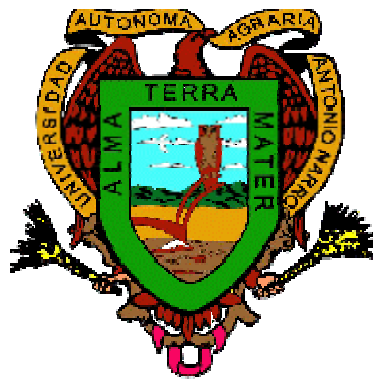


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Titulo.

Efectividad de tres fertilizantes orgánicos en la calidad de tomate, en un calcisol

Por

LIZARDO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

TESIS.

Presentada como Requisito parcial para Obtener el Título de:

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Mayo del 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Título.

Efectividad de tres fertilizantes orgánicos en la calidad de tomate, en un calcisol

TESIS

Presentada Por:

LIZARDO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.

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

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

Aprobado por:

Ph. D. Alfonso Reyes López
Asesor principal

Dr. Rubén López Cervantes
Asesor

M. C. María del Rosario Zúñiga Estrada
Asesora

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo del 2008.

DEDICATORIAS.

Esta tesis es una parte de mi vida y el comienzo de otras etapas por eso y más, la dedico a Dios y a mi familia.

En especial a mis padres:

Bulmaro Rodríguez Mazariegos

y

Valentina Rodríguez Morales.

Por todo el amor, comprensión y apoyo que me dieron a lo largo de la carrera. Por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

A mis hermanos.

Magdiel Rodríguez, Usiel, Elusai, Dalila y Daniel.

Por el cariño que nos une como hermanos y por todo el apoyo que he recibido por parte de ustedes.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por haberme dado la vida, ayudarme a terminar esta carrera, ya que sin el no soy nada en este mundo que me rodea y por ser mi mejor amigo que siempre esta a mi lado en los buenos y malos momentos de mi vida.

Especialmente al Dr. Rubén López Cervantes, por su amistad, por su extraordinario apoyo y compromiso para hacer de esta tesis una realidad.

Al Ph. D. Alfonso Reyes López Por su apoyo y colaboración en la elaboración de este trabajo de investigación.

A la M. C. Maria del Rosario Zúñiga Estrada, por brindarme su valioso tiempo, paciencia y conocimientos para poder terminar esta tesis.

A las familias:

Nava Torres y Nava Mota. Por todo el apoyo que me han brindado y sobre todo por permitirme entrar en su casa como otro miembro de su familia.

A mi novia Mónica Nava Torres, Gracias por brindarme tu cariño y apoyo, gracias por ser como eres y por tu amor.

A mis compañeros de la generación CIV de la carrera de ing. Agrónomo en Horticultura por su grandiosa amistad y apoyo durante esta etapa.

A mis amigos por todos los momentos compartidos.

Al Departamento de Horticultura y al Departamento de Ciencias del Suelo, por el apoyo brindado.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extenso mi más sincero agradecimiento.

Mil gracias a todos...

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	4
HIPÓTESIS.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Las Sustancias Húmicas.....	5
Relación entre ácidos humicos y fulvicos.....	6
Efecto y Acción de las Sustancias Húmicas en la Planta.....	7
Efectos de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos en el Tomate.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Localización del Experimento.....	11
Metodología.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
Altura de planta de tomate(AP).....	12
Diámetro de tallo (DT).....	13
Diámetro ecuatorial de fruto (DE).....	14
Diámetro polar de fruto (DP).....	15
Firmeza de fruto (F).....	16
Sólidos solubles totales (SST).....	17
Peso de fruto (PF).....	18
DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIÓN.....	20
LITERATURA CITADA.....	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis de varianza para altura de planta de tomate, al adicionar tres productos orgánicos	12
2. Análisis de varianza para diámetro de tallo, al adicionar tres productos orgánicos.	13
3. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de fruto, al adicionar tres productos orgánicos.	14
4. Análisis de varianza para diámetro polar de fruto, al adicionar tres productos orgánicos.	15
5. Análisis de varianza para firmeza de fruto, al adicionar tres productos orgánicos.	16
6. Análisis de varianza para sólidos solubles totales, al adicionar tres productos orgánicos.	17
7. Análisis de varianza para peso de fruto, al adicionar tres productos orgánicos.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Altura de planta de tomate, al adicionar tres productos orgánicos.	12
2. Diámetro de tallo, al adicionar tres productos orgánicos.	13
3. Diámetro ecuatorial de fruto, al adicionar tres productos orgánicos.	14
4. Diámetro polar de fruto, al adicionar tres productos orgánicos.	15
5. Firmeza de fruto al adicionar tres productos orgánicos.	16
6. Sólidos solubles totales, al adicionar tres productos orgánicos.	17
7. Peso de fruto al adicionar tres productos orgánicos.	18

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico; su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito y en mucha menor escala se utiliza como encurtido.

Es uno de los cultivos hortícola con mayor área cultivada y producción global; México ocupa el noveno puesto en la producción con 2.1 millones de toneladas, ya que China es el mayor productor con 31.6 y Estados Unidos el segundo con 12.7. En cuanto a la exportación de tomate fresco, España, los Países Bajos y México se disputan las tres primeras posiciones con cifras que rondan mil millones de dólares (FAO, 2004).

El comercio del tomate depende, en gran medida, del mercado estadounidense, al cual, en los últimos diez años, las exportaciones se incrementaron 67 por ciento. En 2000, México aportó 590 000 t (80.8 %) de tomate fresco a los EE.UU., seguido por Canadá (13.9 %) y Los Países Bajos (3.8 %), (FAS-USDA, 2001). La importancia del tomate mexicano en el mercado se relaciona con la competitividad en precio y calidad, buen sabor, larga vida de anaquel y con el descenso de la producción de esta hortaliza en Estados Unidos, en el invierno. En 2000, el tomate mexicano aportó 12.8 por ciento del valor de las exportaciones agropecuarias de México (3655.2 millones de dólares) y 25.4 por ciento del valor de las exportaciones de legumbres y hortalizas frescas (INEGI, 2001).

Los suelos de las principales regiones donde se cultiva el tomate en México, son Calcisoles, los que se caracterizan por poseer pH de 7.8 a 8.7, menos de uno por ciento de materia orgánica, la fracción arcilla es dominada por illitas y montmorillonitas y más del 25 por ciento de carbonatos de calcio (WRB-FAO/UNESCO, 1994), lo anterior

provoca la insolubilidad del calcio (Ca) y la fijación de los micronutrientes metálicos como el hierro (Fe), el cobre (Cu) y el zinc (Zn). (Mengel y Kirkby, 2001).

Quijada (1994), menciona que el uso de abonos orgánicos y la materia orgánica (MO), está asociado tradicionalmente con la fertilidad. Esto ha sido porque el suelo rico en MO es frecuentemente productivo. Los abonos orgánicos son portadores de nutrientes en baja concentración, por lo que sería necesario aplicar grandes dosis para suministrar los nutrientes suficientes, por lo cual, raramente puede justificarse las aplicaciones de estos abonos, pero hay ocasiones en que resultan superiores a los químicos por la forma de suministrarlos a la planta, lo que puede estar acorde con las necesidades de la misma.

Los métodos de producción del tomate son muy variados y en los últimos 15 años, ha tomado gran auge producirlo bajo condiciones de invernadero con fertirriego para obtener mayor rendimiento y calidad, además, principalmente en Europa se emplean sustancias húmicas (SH) originadas de minerales fósiles. Las SH son los ácidos húmicos (AH), los ácidos fúlvicos (AF) y las huminas residuales (HR) y son definidas como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química muy compleja, distinta y más estable que su forma original y provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, gracias a la actividad enzimática de los microorganismos (Schnitzer, 2000) y por metamorfismo de residuos orgánicos, sepultados por arcillas después de millones de años en deltas de ríos, es decir generación de minerales fósiles (Escobar, 2002, comunicación personal).

Los AH y los AF pueden complejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados; en los primeros dominan los grupos funcionales carboxilos (-COOH) y para los segundos, los grupos oxhidrilos fenólicos (OH), porque más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados (Schnitzer, 2000), sin embargo, contrario a lo anterior encontró López (2002), al analizar compuestos húmicos extraídos de compostas.

Está comprobado que con los fertilizantes químicos, el éxito de buenas cosechas es alto, sin embargo, aunque estos son un camino muy efectivo para altas producciones, éstos salinizan los suelos por su residualidad, se requieren dosis muy altas y su costo de adquisición es elevado, por lo que se hace necesaria la búsqueda de métodos económica y ecológicamente factibles, es decir, alternativas amigables con el medio ambiente.

Objetivo

Determinar la efectividad de tres fertilizantes orgánicos en la calidad de tomate, en un calcisol.

Hipótesis

Al menos un fertilizante orgánico, aumenta la calidad del tomate, en un calcisol.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las Sustancias Húmicas

De acuerdo a la solubilidad en álcalis y ácidos, las sustancias húmicas (SH) se clasifican en ácidos húmicos (AH) y fúlvicos (AF), los cuales son macromoléculas aromáticas complejas, muy estables, con estructura polimérica en forma de círculos, cadenas y racimos y ciclos aromáticos condensados, con aminoácidos, amino- azúcares, péptidos y compuestos alifáticos (Schnitzer, 2000) y las huminas residuales (HR), las menos estudiadas hasta ahora.

Dentro de los AH, se pueden distinguir el ácido himatomelánico, que es la fracción soluble en alcohol; los AH pardos, que no precipitan en presencia de sales como el cloruro sódico y los AH grises, que precipitan en presencia de sales; el ácido crénico (amarillo claro), el ácido apocrénico (amarillo-pardo) y las HR son de color negro. La distribución de estos distintos tipos de SH en los suelos naturales y en la materia orgánica descompuesta es variable y es característica del tipo de suelo o sustrato (<http://www.terraia.com>).

Los AH no son solubles en agua y precipitan en medio ácido, pero son solubles en álcalis, son de color café oscuro a negro, alto peso molecular, poseen 62 por ciento de carbono y 30 por ciento de oxígeno. Los AF son solubles en agua a cualquier condición de pH del medio, permanecen después de la separación de los AF por acidificación; son de color amarillo oscuro, de bajo peso molecular, con 45 por ciento de carbono y 48 por ciento de oxígeno.

Las SH son compuestos orgánicos de color marrón y amarillo que se extraen del suelo con soluciones álcalis, sales neutras o disolventes orgánicos. El humus contiene alrededor de una tercera parte de AH y dos terceras partes de HR, o resto de materia

orgánica no transformada. Solo una pequeña parte de las SH se encuentran libres, la mayoría se encuentra unida a las partículas del suelo (Andrade 1995).

La materia orgánica es una fuente de nutrimentos, tales como nitrógeno, fósforo, azufre y actúan también como agente quelatante de microelementos, tales como el Fe y el Mn y como fuente de AH y AF que en algunos casos pueden afectar la fisiología de la planta favorablemente. (Castellanos *et al.* 2000).

Relación entre Ácidos Húmicos y Fúlvicos

El AF contiene menor porcentaje de carbono (44- 49 %) que los AH. En los AF el carbono es significativamente más bajo y el de hidrogeno supera al de los AH, debido a la poca pronunciada estructura aromático, la relación C/H en los AF; en la mayoría de los casos es más bajo en los AH. El AF es el material sobrante en la solución una vez que se ha extraído el AH por acidificación. Tiene carga negativa y es soluble en álcalis y ácidos.

El humus influye en la capacidad de un suelo para retener y poner a disposición de la planta tanto aniones como cationes. La capacidad de intercambio cationico (C.I.C) está dada por los AH y AF, afectando de manera positiva la disponibilidad de nitrógeno (en su forma amoniacal), potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc, (Seok y Bartlett, 1976).

La diferencias entre los ácidos, además de la mencionadas son: los contenidos de oxígeno y carbón, la acidez y el grado de polimerización, también de forma sistemática, con el incremento de peso molecular, los ácidos fúlvicos contienen mas grupos funcionales de naturaleza ácida particularmente $-\text{COOH}$, la acidez total es de 900 a 1400 meq/100 g y es mas alta que los ácidos húmicos 400 a 800 meq/100 g (Stevenson, 1982).

Los AH y los AF se encuentran en la turba, lignito y leonardita, esta última es la principal fuente de los productos comerciales; los AH también se pueden obtener de sedimentos naturales y la producción reflejan el origen: una proporción de 30:70 de húmico: fúlvico provendría de praderas, mientras que una 70:30 sería de bosques. La cantidad total de AH extraídos de la leonardita puede ser hasta del 90 por ciento, aunque en casos se separa el AH del AF y se comercializa por separado. Una de las mejores formulaciones de humatos para el suelo, sería aquella que contenga tanto de húmico como fúlvico (más del 80 %) (www.agroenzimas.com.mx).

Efecto y Acción de las Sustancias Húmicas en la Planta

Los resultados de algunos experimentos indican que los AF tienen efectos ligeramente superiores a los AH en el crecimiento y desarrollo del tomate, de aquí que las concentraciones de los materiales húmicos sean importantes y generalmente la respuesta disminuye a altas concentraciones (Villalpando, 2002). Los AF aceleran la germinación de las semillas, incrementa el porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas e incrementan la biomasa total de la planta, el peso fresco y seco (Palomares, 1990).

Los efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal bajo condiciones de adecuada nutrición vegetal, son positivos sobre la biomasa de la planta y tienen mayores efectos sobre las raíces que sobre las partes aéreas. También hay efecto de las de origen natural, contra aquellas de procedencia comercial, donde las primeras estimulan el crecimiento de tallos en varias plantas, cuando son aplicadas con soluciones nutritivas a diversas concentraciones (Chen y Aviad, 1990). Además, se ha observado que generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de iniciación de las raíces (Narro, 1997).

Los AH incrementan la permeabilidad de la membrana y se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. La traslocación de macro y microelementos, dentro de la planta, es favorecida; acelera la fotosíntesis e incrementa la

clorofila aumentando la producción favorablemente. Las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas (Narro, 1987).

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

Las SH producen múltiples beneficios a la agricultura, ya que se refieren que interviene directamente en el crecimiento vegetal, sin embargo, no hay evidencia de que las mencionadas sustancias intervengan en algunos procesos fisiológicos de la planta, como son la formación de raíces adventicias, respiración de raíces y síntesis de proteínas e indirectamente en la disponibilidad de iones y su traslocación dentro de la planta (Vughan y Malcom, 1995; Kuiters y Mulder, 1993), es decir con esto último, actúan como suplidores y reguladores de la nutrición vegetal en forma similar a los intercambiadores de iones sintéticos (quelatos) (Shnitzer, 1991; Orlov, 1995), aunque también es necesario considerar la capacidad de intercambio catiónico de las mencionadas SH (Schnitzer, 2000) y de las raíces de las plantas (Marschner, 1995).

La complejación y/o quelatación de cationes, es probablemente el más importante papel de las SH con respecto a los sistemas vivos (vegetales), porque al quelatar los iones, ellos facilitan la disponibilidad de estos para algunos mecanismos, uno de los cuales es prevenir su precipitación y otro puede ser su influencia directamente en la disponibilidad de los iones (López, 2002).

Las SH al actuar como agentes quelatantes de iones, estimulan el crecimiento vegetal en términos de longitud y peso fresco y seco, pero esto depende de las fuentes de sustancias y de las condiciones del cultivo (Vaughan y Malcolm, 1985); en términos generales, la respuesta de la planta es superior a la adición de AF que a la de AH (Schnitzer, 2000). Palomares (1990), se refiere que las principales funciones de los AH

en las plantas es la de trasladar los nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea de la planta y del interior de la hoja, incrementa la permeabilidad de las membranas y favorecen los procesos energéticos, son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, también estimulan reacciones y procesos y funciones bioquímicas y fisiológicas, aceleran la germinación de las semillas e incrementa su porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas e incrementa la biomasa total de la planta en peso fresco y peso seco.

Efectos de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos en el Tomate

Aza (2001), realizó dos experimentos con tomate, en invernadero, donde determinó el efecto de ácidos fúlvicos de dos orígenes, uno extraído de composta y uno de leonardita y encontró que éstos tienen efecto positivo al aumentar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento con respecto al testigo, al cual solo se le aplicó una solución nutritiva. Delfune y Scofield (1999), señalaron que los ácidos húmicos y fúlvicos influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, acelera la diferenciación del ápice de crecimiento, aumenta la permeabilidad de las membranas vegetales e incrementa la absorción de los nutrimentos.

Con la aplicación de ácidos fúlvicos en algunas especies cultivadas, como el frijol, tomate y arroz se acelera el estímulo de la actividad metabólica en los tejidos meristemáticos, en el embrión de semillas, raíces, tallo y hoja lo cual favorece el crecimiento y desarrollo vegetal (Camacho, 2001). Gutiérrez, (2001), menciona que las sustancias biológicas y de leonardita en el cultivo de tomate, favorece el crecimiento en diferentes partes de la plántula, así mismo, en el peso de raíz y parte aérea de plántula de melón (Serna, 2001). Esquivel (2004), evaluó siete sustancias húmicas en la producción de plántula de tomate y observó un aumento en la biomasa de la planta.

Chen y Aviad (1990), concuerdan en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones. Adani *et al.* (1998), mencionan que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

Con la aplicación de los ácidos fúlvicos se han obtenido incrementos de producción de hasta 50 por ciento en diferentes cultivos y zonas del país y Centroamérica. Se les atribuye el mejoramiento de la calidad de cultivos, como en papa, donde mejora la distribución de los almidones y el tamaño de la misma es más uniforme; en trigo aumenta los contenidos de proteínas; en el tomate, chile y otras hortalizas aumenta el porcentaje de fruto de exportación. En general existen testimonios de que incrementan la resistencia al ataque de enfermedades, las plantas soportan mejor cualquier tipo de estrés (sequía, heladas, inundaciones, sobredosis de producto, por ejemplo). La recuperación de cultivos es más eficaz con aplicaciones repetitivas de ácidos fúlvicos (<http://www.teorema.com.mx/articulos>. 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Experimento

Esta investigación se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), con coordenadas 25° 23' 42" de latitud norte, 100° 50' 57" de longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm. En Buenavista; Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo primavera- verano del 2007.

Metodología

En charolas de poliestireno de 200 cavidades, con peat-moss empleado como sustrato, se sembró semillas de tomate tipo saladette cv. “Río grande”, de hábito de crecimiento determinado para producir la plántula. Cuando la plántula contenía dos pares de hojas verdaderas (aproximadamente 10 cm de longitud en promedio), se transplantaron a 30 cm de distancia entre planta, en una “cama” de siembra de 10 m³ que contenía el horizonte Ap de un calcisol. Después de diez días del trasplante, se le adicionaron a las plantas 1, 2 y 3 ml.litro⁻¹ de agua, de un fulvato de fierro (FFe) (experimental extraído de composta de gallinaza) (López *et al.* 2006); un ácido fúlvico comercial denominado K-tionic (extraído de leonardita-mineral fósil) (K) y de un fertilizante orgánico foliar Kelpack (Ke); además de agua como testigo absoluto (TA), las aplicaciones se llevaron a cabo cada 10 días. Cada tratamiento consto de tres repeticiones y cada repetición de tres plantas.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP) y diámetro de tallo (DT), peso (PF), diámetro ecuatorial (DE) y polar (DP) del fruto, firmeza (F) (penetrómetro manual, marca EFEGI modelo FT-011, con la puntilla de 8 mm de diámetro y una escala de 0.2 a 5 kg, este penetrometro fue utilizados con un soporte IRS), sólidos solubles totales (refractómetro- grados brix). El trabajo se estableció de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar, el cual arrojó diez tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El análisis estadístico consistió en el análisis de varianza (ANVA) con la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), para lo cual se empleo el paquete para computador MINITAB versión 14 para Windows.

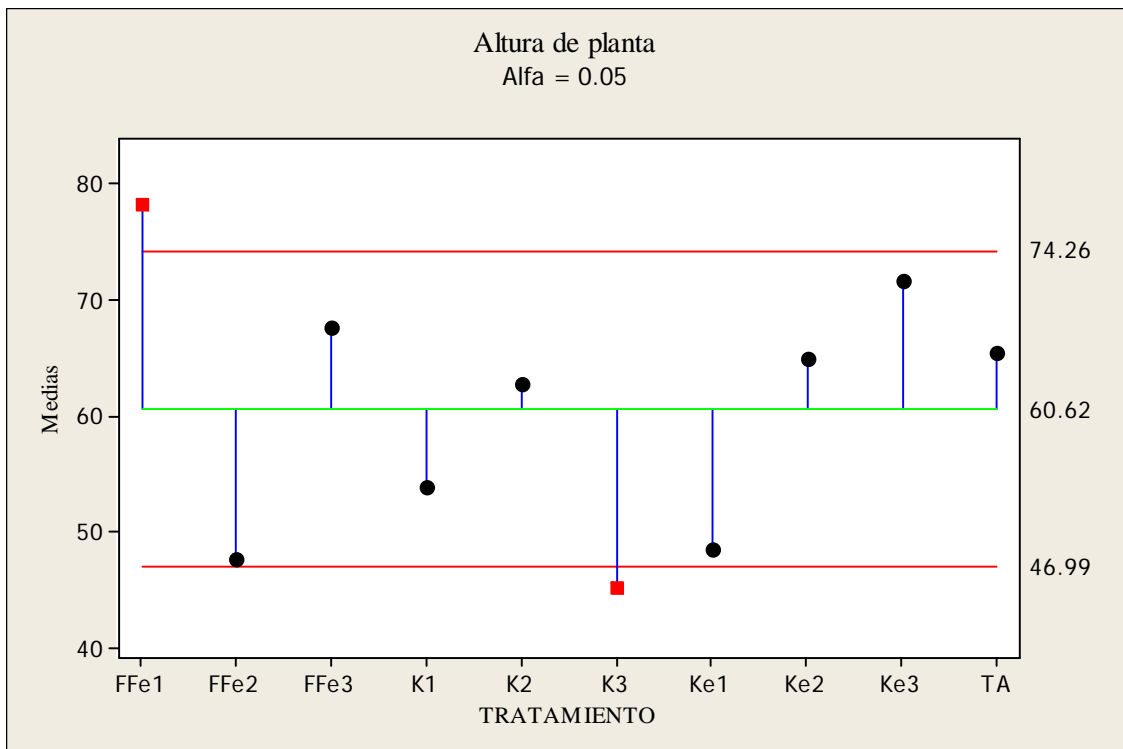
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la altura de planta (AP), hay efecto altamente significativo de los tratamientos. Al agregar el fulvato de hierro (FFe) a razón de 1 ml.litro⁻¹ de agua superó al testigo en 19.38 por ciento. En el caso del tratamiento con K-tionic (K), las dosis baja y alta no alcanzaron la media, ya que fueron superados por la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de este compuesto. Conforme aumentó la dosis del fertilizante Kelpack (Ke), los valores de esta variable aumentaron progresivamente (Cuadro y Figura 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para altura de planta con la adición de tres productos orgánicos

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	3370.99	374.55	5.82	0.001**
Error	20	1286.08	64.30		
Total	29	4657.07			

Figura 1. Altura de planta con la adición de tres productos orgánicos..

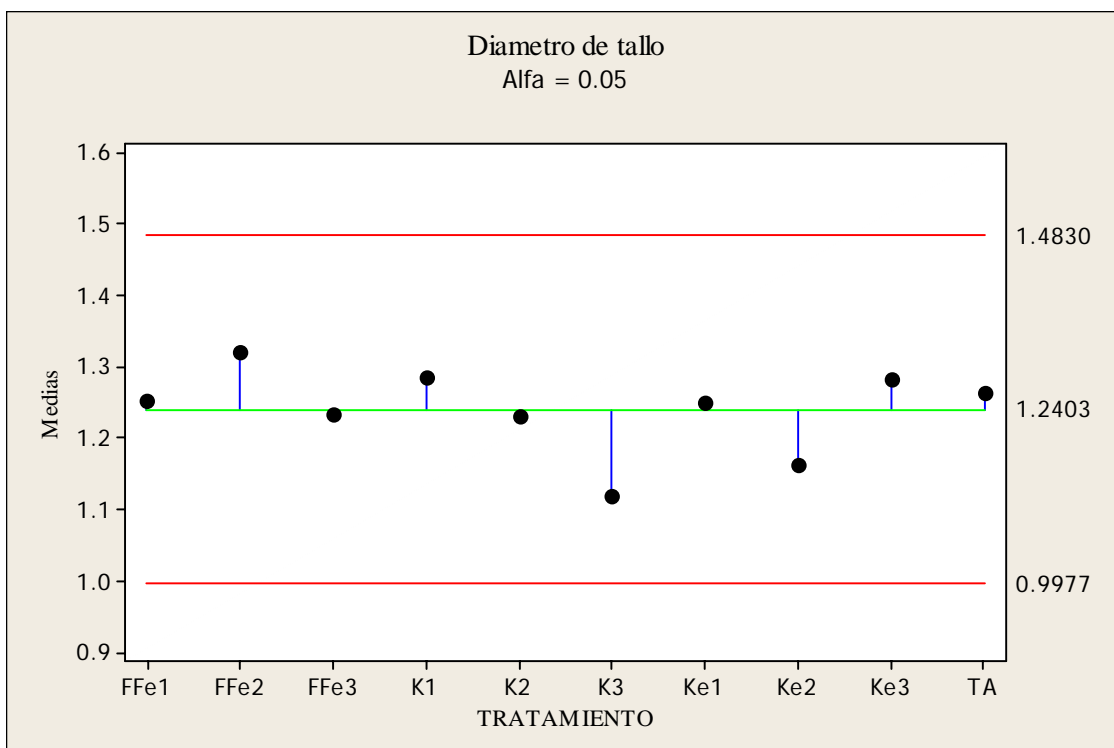


A partir del Cuadro 2, se puede establecer que no existe efecto significativo en el diámetro de tallo (DT), lo cual indica que no existe diferencia entre dichos tratamientos; sin embargo, al adicionar el FFe en su dosis media superó a la menor, a la mayor dosis y al testigo con un porcentaje de 4.76. Al aumentar la dosis del K-tonic los valores disminuyeron, ya que la dosis baja superó a las dosis media y alta, porque no alcanzaron la media. En el Kelpack la dosis mejor fue la mayor, ya que adelantó a la dosis media y baja (Figura 2).

Cuadro 2. análisis de varianza para diámetro de tallo (DT) con la adición de tres productos orgánicos.

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	0.09510	0.01057	0.52	0.844 NS
Error	20	0.40720	0.02036		
Total	29	0.50230			

Figura 2. Diámetro de tallo de la planta con la adición de tres productos orgánicos.

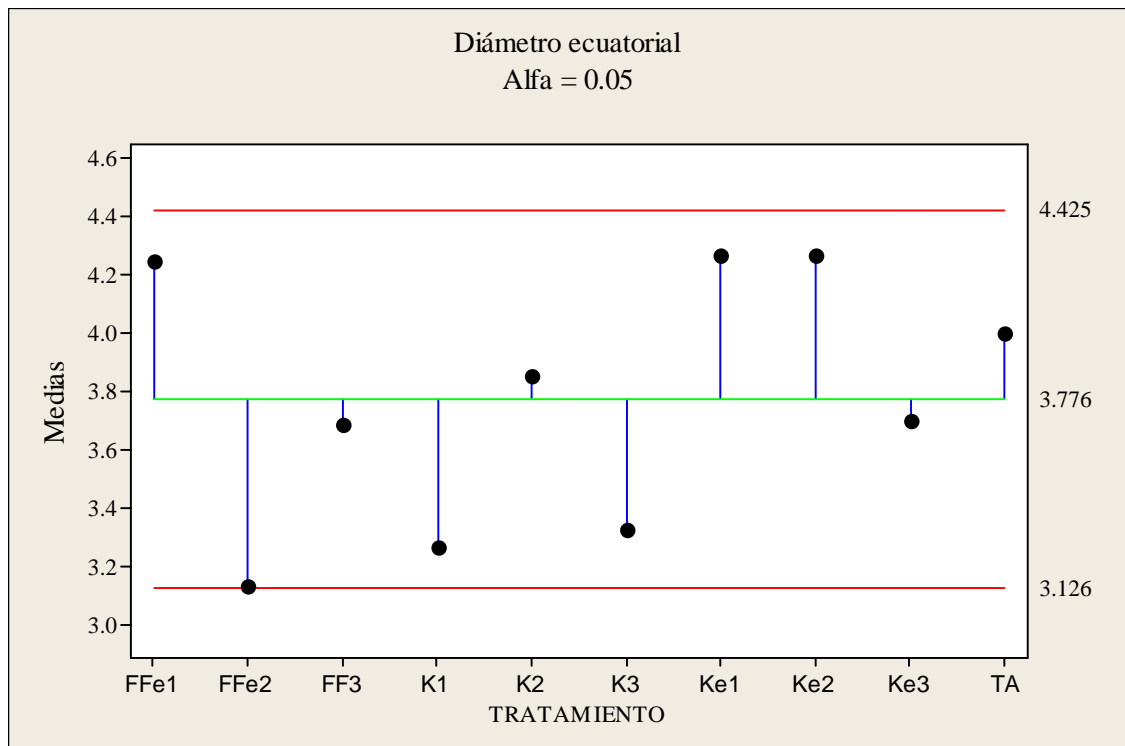


En el diámetro ecuatorial de fruto (DE), hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 3). Al adicionar Kelpack (Ke) a las dosis de 1 y 2 ml.litro⁻¹ de agua, se obtuvieron los resultados mayores, porque la aplicación de este tratamiento aventajó al testigo con 7.5 por ciento; mientras que al adicionar el FFe a la dosis menor, se presentó la mayor media, lo cual las otras dos no alcanzaron. En el K-tionic la dosis donde se alcanzó el superior valor de esta variable, fue a la de 2 ml.litro⁻¹ mientras que las dosis baja y alta no alcanzaron la media (Figura 3).

Cuadro 3. análisis de varianza para diámetro ecuatorial (DE) de fruto con la adición de tres productos orgánicos.

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	4.9410	0.5490	3.77	0.006**
Error	20	2.9157	0.1458		
Total	29	7.8567			

Figura 3. Diámetro ecuatorial de fruto con la adición de tres productos orgánicos.

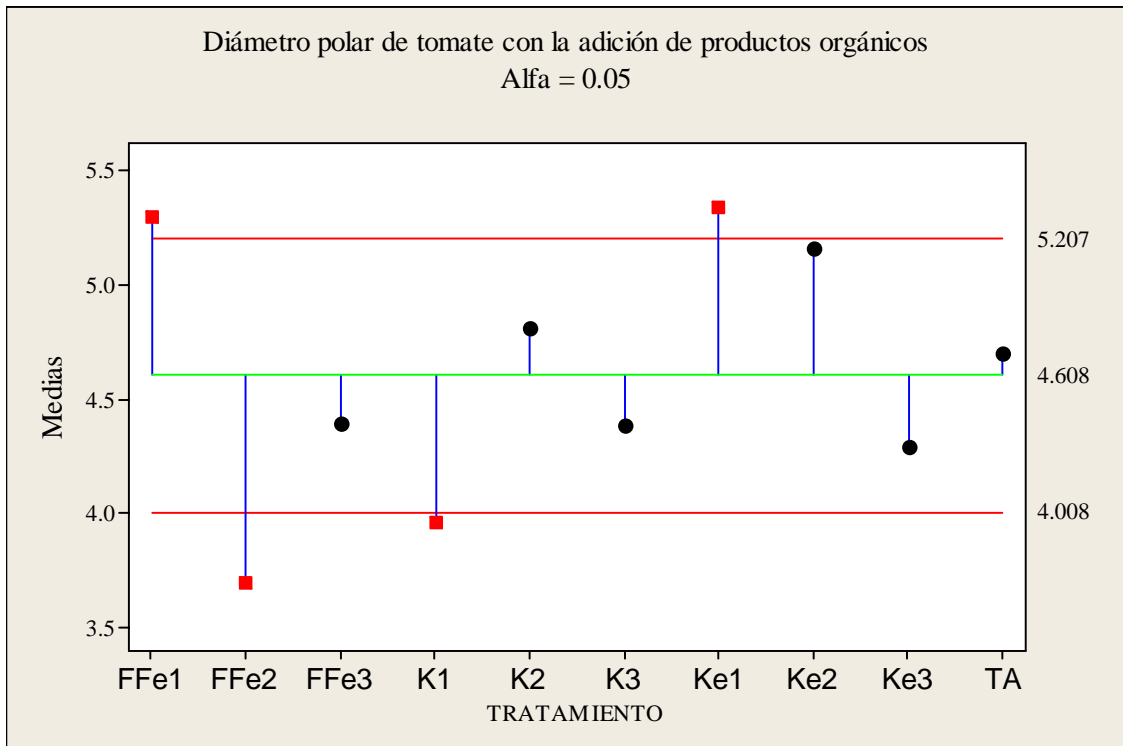


En el diámetro polar de fruto (DP) hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 4). Con el uso del Kelpack (Ke) a la cantidad de 1 ml.litro⁻¹, se aventajó al testigo absoluto (TA) en 12.76 por ciento. Aquí, conforme aumentó la dosis de este tratamiento, los valores de esta variable disminuyeron progresivamente. Al agregar el FFe, sucede lo mismo. En el caso del K-tionic (K) con la dosis baja y alta no se alcanzó la media, pero con 2 ml.Litro⁻¹ sí (Figura 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza para diámetro polar (DP) de fruto de tomate con la adición de tres fertilizantes orgánicos.

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	8.4255	0.9362	7.52	0.000**
Error	20	2.4886	0.1244		
Total	29	10.9141			

Figura 4. diámetro polar de fruto con la adición de tres productos orgánicos.

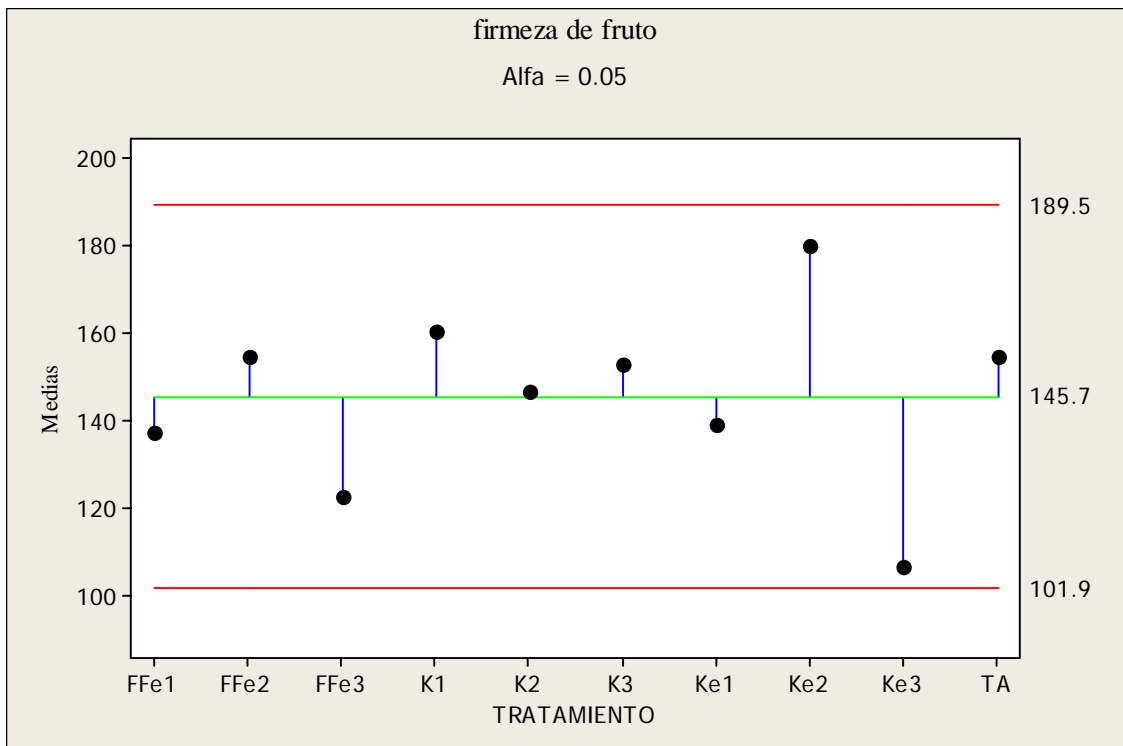


En el Cuadro 5 se muestran los valores medios para la firmeza de fruto (F). El análisis de varianza (ANVA) para esta variable, muestra que para esta variable en estudio, no hay diferencia significativa, lo cual indica que no hay diferencias entre los tratamientos. Al realizar la comparación de medias se muestra que el tratamiento superior es el de fertilizante Kelpack (Ke) a la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de agua, ya que adelantó al testigo con 16.27 por ciento. La dosis baja y alta, no alcanzaron la media. De igual manera para el tratamiento con FFe, solo la cantidad media superó la media. El tratamiento con K-tionic en la dosis media fue superado por la menor y la mayor dosis (Figura 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para firmeza de fruto con la adición de tres productos orgánicos

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	11374.1	1263.8	1.90	0.111 NS
Error	20	13283.4	664.2		
Total	29	24657.5			

Cuadro 5. Firmeza de fruto con la adición de tres productos orgánicos.

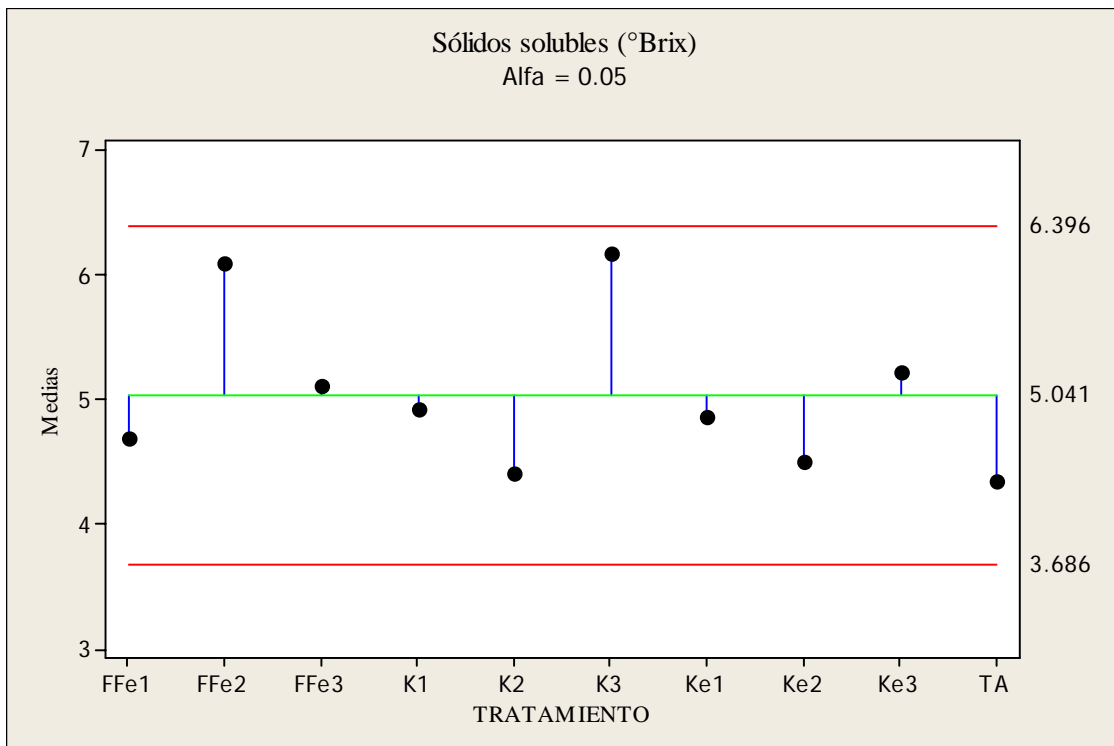


En los sólidos solubles totales (SST) hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 6). Al adicionar el compuesto comercial K-tionic (K), el mayor valor se obtuvo al aplicar la dosis de 3 ml.litro⁻¹, al superar al testigo en 44.18 por ciento; las otras dosis no alcanzaron la media. Al agregar el FFe a las dosis baja y alta no alcanzaron la media, mientras que la dosis media si. Con el fertilizante Kelpack, solo la dosis alta superó la media (Figura 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para grados brix con la adición de tres productos orgánicos

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	11.2793	1.2533	1.97	0.099*
Error	20	12.6979	0.6349		
Total	29	23.9772			

Figura 6. Sólidos solubles totales (grados brix) con la adición de tres productos orgánicos.

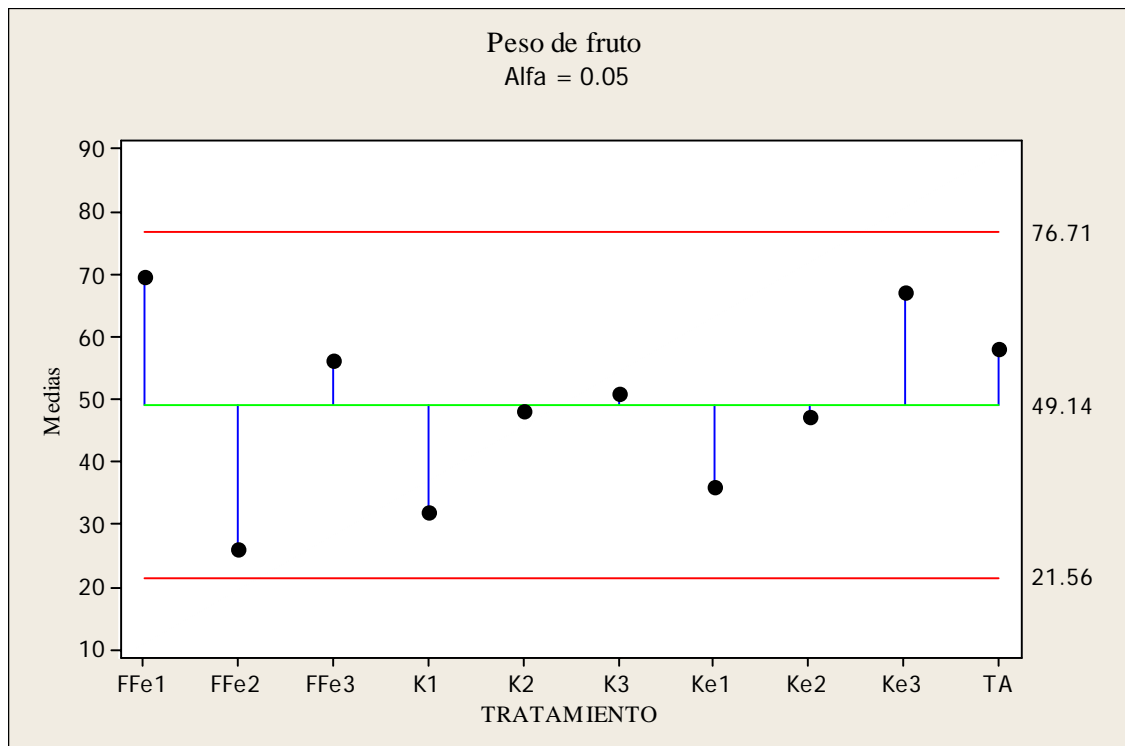


En el peso de fruto (PF) hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 7). Al adicionar el FFe a la cantidad de 1 ml.litro⁻¹ de agua, se superó al testigo en un porcentaje de 19.82. La dosis baja y media del K-tionic, no alcanzaron el valor medio; mientras que la dosis alta sí. El comportamiento de esta variable al aplicar Kelpack (Ke) aumentó al aumentar la dosis (Figura 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para peso de fruto con la adición de tres productos orgánicos.

Fuente	gl	SC	CM	F	P
Tratamiento	9	5599.5	622.2	2.37	0.052*
Error	20	5259.5	263.0		
Total	29	10859.1			

Figura 7. Peso de fruto con la adición de tres productos orgánicos.



A manera de discusión se puede establecer que, gracias a la gran cantidad de grupos funcionales carboxilos (-COOH) que contienen los ácidos fúlvicos extraídos de la composta, estos complejaron a los elementos nutrimentales, principalmente el Calcio (Ca) y micronutrientes metálicos como el hierro (Fe), el cobre (Cu) y el zinc (Zn) y los colocaron disponibles para la planta de tomate. El fulvato de hierro, extraído de la composta realizó efectos significativos sobre la altura de planta, peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial de fruto; mientras que el fertilizante orgánico foliar Kelpack lo efectuó en peso, diámetro polar y ecuatorial de fruto y el fertilizante K-tionic lo hizo en los sólidos solubles totales.

Lo anterior concuerda con lo establecido por Aza (2001), al determinar que los ácidos fúlvicos tienen efecto positivo al aumentar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento con respecto al testigo, al cual solo se le aplicó una solución nutritiva.

Esta de acuerdo con Chen y Aviad (1990), en que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de tallos de varias plantas, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones.

Adani (1998), menciona que el orden de magnitud de sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la producción y elongación de raíces y el crecimiento.

CONCLUSIÓN

El fulvato de hierro realizó efecto positivo en altura de planta, peso, diámetro polar y ecuatorial de fruto; mientras que el fertilizante orgánico foliar Kelpack lo efectuó en peso, diámetro polar y ecuatorial de fruto y el fertilizante K-tionic lo hizo en los sólidos solubles totales.

LITERATURA CITADA

- Aza, A. E. 2001. Efecto de Ácidos Fúlvicos de dos orígenes en el Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 42 pp.
- Camacho, I.F.A. 2001. Efecto de ácidos fúlvicos en la calidad fisiológica y el crecimiento de algunas especies vegetales. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Campos, C .A. 2000. Ácidos húmicos y fúlvicos. El rol de las sustancias húmicas en la nutrición vegetal. Simposium Internacional de nutrición Vegetal. ITESM. Monterrey. N.L.
- Esquivel, G. L. 2004. Evaluación de siete sustancias húmicas en la producción de plántula de tomate. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Facio, C. M E, 2001. Reducción de fertilización en tomate. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Giner, G. J. F. y Arciniega, F. L. 2004. Extracto del artículo de revista "agrícola vergel" N.269. Pág. 264-269
- Gutiérrez, J.J.J. 2001. Efecto de ácidos fúlvicos de dos orígenes en la dinámica de crecimiento de plántula de tomate. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Kuiters, A.T. and W. Mulder. 1993. Water-soluble organic matter in forest soils. II. Interference with plan cation uptake. *Plant and Soil*, 152. 225-235.
- López C. R. 2002. Comportamiento de sustancias Húmicas de diversos Orígenes en la Física de suelo Limo-arcilloso y en la Fisiología del tomate. Tesis Doctoral. Ingeniería en sistemas de Producción .UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- López C. R. 2004. efecto de ácidos fúlvicos de origen diverso en el crecimiento de plántula de tomate en invernadero. *Revista terra latinoamericana*,.
- Mac Carthy, C. E., Clopp, R.L., Malcom and P.R. Bloom (Ed.), 1990. Humic substances in Soil and crop Sciences. Selected reading. Am. Soc. Agron. Inc .Sci. Soc. Am .Inc, Madison Wisconsin, USA.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Second edition .Academic Press Limited. Pp. 7-26. USA.

- Muños, R.M.et al .1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura en el caso del tomate rojo. Universidad Autónoma Chapingo. Pág.120.
- Palomares, R.1990.Revista frutos. N.1 2 CN. P.N. México
- Peña L., A y Márquez S., F. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara. Revista Chapingo. Año XV, No. 71-72.
- Schnitzer, M., and H. R .Schuelten .1995.Analysis of organicmatter in soil extracts and whole Soils by pyrolysis-Mass spectrometry. Advances in Agronomy, vol.55:167- Science Society American Proceeding.29.274-277.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP) ,2005.
- Serna, A. R. M.2001. Ácido fùlvico en solución Nutritiva para mejorar la calidad de plántula y el rendimiento en melón. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Smith R. y Jiménez 1999, Producción de Tomatillo en California, University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 7246-Spanish Centro de Información y Investigación de Hortalizas Serie de Producción de Hortalizas
- Torrie J. H. 1990. Bioestadística: Principios y Procedimientos 2a Edición, McGraw-Hill, México.