

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efectividad de Dos Compuestos Orgánicos Líquidos en la Calidad de Tomate  
Cherry (*Solanum lycopersicum* L.)

Por:

**WAGNER ERAY GARCÍA CALVO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efectividad de Dos Compuestos Orgánicos Líquidos en la Calidad de Tomate  
Cherry (*Solanum lycopersicum* L.)

Por:

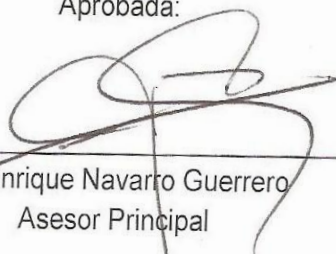
**WAGNER ERAY GARCÍA CALVO**


TESIS

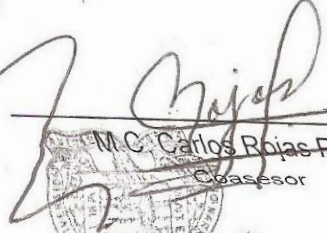
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

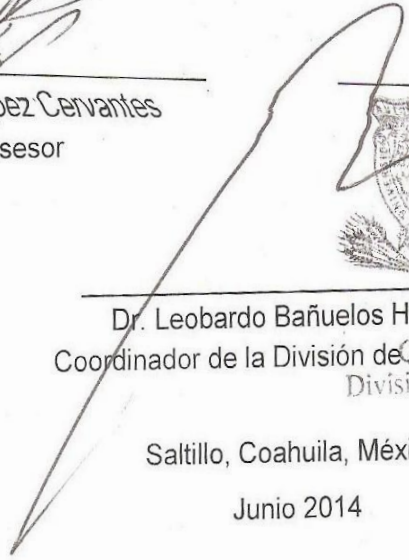
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada:

  
Dr. Enrique Navarro Guerrero  
Asesor Principal

  
Dr. Rubén López Cervantes  
Coasesor

  
M.C. Carlos Rojas Peña  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

*Le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y sobre todo felicidad.*

### **A LA UNIVERSIDAD**

*A mi alma mater, a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser una de las mejores universidades del país la cual me abrió las puertas para poder realizar mis estudios, preparándome como profesionista para poder enfrentarme a los retos de la vida que se me presente, "Buitres por Siempre".*

### **A MIS ASESORES**

*Dr. Rubén López Cervantes*

*Dr. Enrique Navarro*

*Ing. Carlos Rojas Peña*

*Gracias a mis asesores, por el tiempo que dedicaron en la realización de este proyecto de investigación por haberme guiado, destinar su gama de conocimientos y convertir la presente tesis en un logro más en mi vida.*

### **A MIS AMIGOS**

*Arbeis, Alonso, Víctor, Rommel, Wilber, Alexander, Luis, Oel, José miguel.*

*Gracias a todos mis amigos por el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, el cual me ha servido para lograr uno de los retos más grande que me presenta la vida.*

### **A MIS PRIMOS**

*Jorge Adith, José Manuel, Candelario, Iber, Texar, Dulce, Fátima, Rodrigo, Lorena.*

*Gracias a todos mis primos por brindarme su apoyo y su confianza para poder lograr este sueño.*

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES**

*Eliacin García Grajales y María Hilse Calvo López.*

*A quienes amo profundamente, les dedico esta tesis por haberme brindado su comprensión y apoyo incondicional durante toda mi carrera, por sus consejos que me orientaron a tomar las mejores decisiones y por creer en mí.*

### **A MI HERMANA**

*Yeni Lay García Calvo.*

*Por su amor incondicional y por darme la fuerza para seguir adelante.*

### **A MI SOBRINO**

*Wagner Gibran Guillen García.*

*Por ser uno de los regalos más grandes que me dio la vida y me sirve de inspiración para seguir adelante como persona y en el ámbito profesional.*

### **A MIS ABUELOS**

*Natividad García Arrollo (+), Aidé Grajales Miranda (+), Eliezer Calvo Saldaña (+) y Carmen López Cruz.*

*Por estar siempre en los momentos importantes en mi vida, por ser el máximo ejemplo para salir adelante, por los mejores consejos que me han sido de gran ayuda y de crecimiento en mi vida.*

### **A MIS TIOS**

*Claude Erain Calvo López, Marco Antonio Calvo López, Floribel Calvo López, Jorge Ángel Calvo López, Urbelina Calvo López, Gilberto García Grajales, Amelia García Grajales, Maribel García Grajales y Marco Antonio Martínez Ramírez.*

*Ustedes representan una gran inspiración en mi vida y un gran ejemplo a seguir, gracias por confiar en mí y brindarme su apoyo.*

### **A MI NOVIA**

*Daniela Lizbeth Laredo Betanzos por su apoyo y comprensión durante los años que hemos estado juntos, me ha alentado a seguir adelante y hacerme ver que puedo lograr la meta que me ponga, por los momentos lindos que hemos vivido, gracias por estar a mi lado “te amo”.*

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIAS .....	II
INDICE DE CONTENIDO.....	III
INDICE DE CUADROS .....	V
INDICE DE FIGURAS .....	VII
RESUMEN .....	VIII
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del cultivo .....	4
Origen e Historia .....	4
Clasificación taxonómica.....	4
CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS .....	5
Tallo .....	5
Hojas.....	5
Raíz .....	5
Flor.....	5
Polinización.....	6
Semilla .....	7
CARACTERIZACION NUTRICIONAL DE TOMATE TIPO CHERRY. ....	7
Contenido Nutricional.....	7
Características de algunos componentes nutricionales Vitamina C y funcionalidades del tomate tipo cherry .....	8
Licopeno y funcionalidades.....	8

Estudios de mejoramiento genético en tomate tipo cherry.....	8
Sustancias Húmicas.....	9
En la Planta.....	14
Sobre el Suelo .....	15
Efecto de las Sustancias Húmicas .....	15
Ácidos Fulvicos .....	16
Ácidos Fulvicos en la Planta .....	17
Aplicaciones prácticas.....	17
Beneficios de los ácidos fúlvicos.....	17
MATERIALES Y METODOS .....	18
Localización de Área Experimental.....	18
Metodología .....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Numero de Fruto.....	21
Peso del Fruto.....	23
Diámetro Polar .....	25
Diámetro Ecuatorial.....	27
Grados Brix .....	28
Firmeza de Fruto.....	30
Diámetro de Tallo de la Planta.....	32
Altura de Planta .....	34
CONCLUSIÓN .....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional del tomate por 1 kg de sustancia comestible de tomate tipo cherry.....	7
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos adicionados a tomate, variedad “crecimiento indeterminado red cherry” .....	20
Cuadro 3. Fertilización química aplicada a tomate cherry, variedad “crecimiento indeterminado” .....	20
Cuadro 4. Análisis de varianza de número de fruto de tomate, corte (1). .....	21
Cuadro 5. Análisis de varianza de número de fruto de tomate, corte (2). .....	22
Cuadro 6. Análisis de varianza de número de fruto de tomate, corte (3). .....	22
Cuadro 7. Análisis de varianza de peso de fruto del cultivo de tomate cherry, en el corte (1). .....	23
Cuadro 8. Análisis de varianza de peso de fruto del cultivo de tomate cherry, en el corte (2). .....	23
Cuadro 9. Análisis de varianza de peso de fruto del cultivo de tomate cherry, en el corte (3). .....	24
Cuadro 10. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de tomate cherry, corte (1). .....	25
Cuadro 11. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de tomate cherry, corte (2). .....	25
Cuadro 12. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de tomate cherry, corte (3). .....	26
Cuadro 13. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry corte (1). .....	27
Cuadro 14. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry corte (2). .....	27
Cuadro 15. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry corte (3). .....	28
Cuadro 16. Análisis de varianza de grados brix del fruto de tomate cherry, corte (1). .....	29

Cuadro 17. Análisis de varianza de grados brix del fruto de tomate cherry, corte (2).....	29
Cuadro 18. Análisis de varianza de grados brix del fruto de tomate cherry, corte (3).....	29
Cuadro 19. Análisis de varianza de firmeza de fruto de tomate cherry, corte (1) . .	31
Cuadro 20. Análisis de varianza de firmeza de fruto de tomate cherry, corte (2) . .	31
Cuadro 21. Análisis de varianza de firmeza de fruto de tomate cherry, corte (3) . .	31
Cuadro 22. Análisis de varianza de diámetro de tallo bajo de la planta de tomate cherry corte (1).....	33
Cuadro 23. Análisis de varianza de diámetro de tallo medio de la planta de tomate cherry corte (2).....	33
Cuadro 24. Análisis de varianza de diámetro de tallo alto de la planta de tomate cherry corte (3).....	33
Cuadro 25. Análisis de varianza de altura de planta de tomate cherry en los 3 cortes. ....	34



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffle et al., (1977). .....	16
Figura 2. Localización del área experimental. ....	18
Figura 3. Numero de frutos de tomate, con los diferentes tratamientos y con los tres cortes.....	22
Figura 4. Peso de fruto del cultivo tomate cherry, con los diferentes tratamientos y cortes. ....	24
Figura 5. Diámetro polar del tomate cherry, con los diferentes tratamientos y los tres cortes.....	26
Figura 6. Diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry, con los diferentes tratamientos y los tres cortes.....	28
Figura 7. Grados brix del fruto de tomate cherry, con los diferentes tratamientos y corte. ....	30
Figura 8. Firmeza de fruto de tomate cherry, con los diferentes tratamientos y cortes. ....	32
Figura 9. Diámetro de tallo del tomate cherry, con los diferentes tratamientos y cortes. ....	34
Figura 10. Altura de planta de tomate cherry, con los diferentes tratamientos.....	35

## RESUMEN

Con el fin de determinar la efectividad de dos compuestos orgánicos líquidos, en la calidad del tomate cherry, se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, semillas de tomate cherry de la variedad "First Love". Cuando la plántula, contenía un par de hojas verdaderas, se trasplantaron a macetas de plástico con 250 g de un sustrato compuesto de "peat moss" y "perlita", cuyo proceso es denominado "picado". Al momento que la plántula tenía dos pares de hojas verdaderas, fueron trasplantadas en macetas de plástico, que contenía 40 kg de suelo Calcisol y se le adicionaron 2, 4 y 6 ml.litro<sup>-1</sup> de agua de ácidos fúlvicos de leonardita (AFL) y de un lixiviado de lombriz (LL); además, un tratamiento con fertilización química (FQ) y solo agua como testigo absoluto (TA). Las variables medidas fueron número de fruto (NF), peso (PF), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), grados brix (GB), firmeza (F), diámetro de tallo (DT), altura de planta (AP). Se encontró que al aplicar el LL a razón de 4 ml.litro<sup>-1</sup> de agua, se aventajó al testigo en la F y en el DT; mientras que en el NF, PF, DP, DE, GB y AP, quien realizó el efecto superior fueron los AFL. Se concluye que, en el segundo corte, se superó a los otros dos, en las variables medidas; de tal forma que, en la F y el DT el lixiviado de la lombriz, realizó el efecto superior; mientras que, en el resto de las variables, quienes lo efectuaron fueron los ácidos fúlvicos de leonardita; pero, en el diámetro ecuatorial, lo llevó a cabo la fertilización química.

**Palabras Clave:** Tomate Cherry, Ácidos Húmicos, Lixiviado de lombriz, Fertilización Química, Ácidos Fulvicos.

## INTRODUCCIÓN

Los suelos Andisoles, se caracterizan por poseer textura arenosa, pH de ligeramente ácido a ácido, la fase de intercambio es dominada por la alófana (silicatos muy inestables), densidad aparente inferior a  $1 \text{ g.cm}^{-3}$ ; por lo que su fertilidad nativa es baja y aquí los elementos nutrimentales alcalinos (calcio- Ca, magnesio – Mg, sodio – Na y potasio – K) (Food and Agriculture Organization of the United Nations -FAO, 1998), se presentan en bajas concentraciones; pero, en la mayoría de este tipo de suelos no se encuentran presentes.

El Ca es fundamental en la estructura de la pared celular de la raíz, tallos, hojas y fruto; también en la inhibición en la formación del etileno, lo que produce mayor vida de anaquel de los frutos (Marschner, 1984); mientras que el magnesio, forma parte de la molécula de clorofila, activa una gran cantidad de enzimas, principalmente a las involucradas en la formación de los fotoasimilatos y es vital en la formación de sacarosa (Cakmak, 2011).

En los últimos 15 años, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable en México, el uso de sustancias húmicas (SH) en la nutrición vegetal va en aumento. Las SH, Schnitzer (2000) las define como macromoléculas orgánicas, heterogéneas, de alto peso molecular, más estables que el material de origen y Stevenson (1984), las divide en ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR) y determina que una de sus características fundamentales, es que pueden complejar y/o quelatar cationes, gracias a su alto contenido de grupos funcionales oxigenados (-OH, -COO, -COOH); además, presentan alta capacidad de intercambiar cationes (Stevenson, 1984). Por lo anterior, en la solución del suelo, pueden funcionar como agentes quelatantes para los nutrimentos.

En los AH dominan los grupos funcionales oxhidrilos (-OH) y en los AF, los grupos carboxilos (-COOH); gracias a esto, estos compuestos orgánicos adsorben los nutrimentos aplicados como fertilizantes, los colocan en la pared celular de la raíz de los vegetales y lo que ayuda a colocar disponibles a los nutrimentos para la

planta (Ray y George, 2010). Si a los AH se les mezcla fertilizante químico, se denominan humatos y si son AF, fulvatos. Actualmente en el mercado, a nivel mundial, existen una gran cantidad de productos a base de AH, pero no así de AF. La gran mayoría de estos productos son elaborados a partir de un mineral fósil de origen orgánico, llamado Leonardita, cuya base fundamental es el carbono y emplean hidróxido de sodio (NaOH) para la extracción de las mencionadas SH.

Es conocido que los fertilizantes químicos, ayudan en la nutrición vegetal desde la germinación de la semilla y durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, la mayoría de estos productos son derivados de recursos naturales no renovables y actualmente su costo es elevado. Por lo comentado, una alternativa real que podría ayudar a los agricultores a reducir el uso de estos compuestos, así como a mantener y conservar la fertilidad nativa del recurso suelo, es la búsqueda de técnicas económica y ecológicamente factibles, como el uso de compuestos orgánicos de forma constante y organizada en la producción vegetal.

## **OBJETIVO**

Determinar la efectividad de dos compuestos orgánicos líquidos, en la calidad del tomate cherry.

## **HIPÓTESIS**

Al menos una dosis y un tipo de compuesto orgánico líquido, tiene efecto positivo en la calidad del tomate cherry.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo

#### Origen e Historia

Un tomate cherry es una pequeña variedad de tomate que se ha cultivado por lo menos desde principios de 1800 y se cree que se originó en el Perú y el norte de Chile.

Tomates cherry se cree que ir tan lejos como Azteca México por lo menos en el CE del siglo 15. Los registros de Santorini tomates cherry siendo fuertemente cultivadas en Grecia se encuentran ya en 1875, a partir de semillas traídas por un monje en la década de 1800. Los lugareños creen que las semillas fueron importadas de Egipto en alguna parte.

Tomates cherry han sido populares en los Estados Unidos por lo menos desde 1919. Recetas con tomate cherry se pueden encontrar en los artículos que se remontan a 1967.

#### Clasificación taxonómica.

Reino.....Plantae

División.....Magnoliophyta

Clase.....Magnoliopsida (Dicotiledónea)

Subclase.....Asteridae

Orden.....Solanales

Familia.....Solanáceas

Género.....Solanum

Especie.....Solanum lycopersicumvar. Cerasiforme

## **CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS**

Los tomates tipo cherry son claramente diferenciados por su tamaño de otros tipos de tomate y los consumidores han asociado esta característica con su excelente textura, apariencia y características organolépticas.

### **Tallo**

El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Éste tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo, característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta.

### **Hojas**

Son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. (Jaramillo et al., 2007).

### **Raíz**

El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. En la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, además el córtex y el cilindro central donde se sitúa el xilema (Jaramillo et al, 2007).

### **Flor**

Perfecta o hermafrodita, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y

formando un tubo que encierra el pistilo. En algunos casos tienen polinización cruzada. El pistilo está compuesto de un ovario, el ovario tiene entre dos y 20 óvulos formados según la variedad, y éstos reflejan la forma del fruto que podría desarrollarse. Las flores se agrupan en racimos simples ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de cuatro a 20 flores dependiendo de la variedad cultivada y las condiciones de desarrollo de la planta; una variedad de fruto pequeño como cherry puede tener hasta 40 flores por inflorescencia. Las flores son amarillas y normalmente pequeñas (1 a 2 cm de diámetro) (Jaramillo et al. 2007).

### **Polinización**

Existen estudios donde se afirma que las abejas no son las polinizadoras del tomate cherry, ya que la flor no presenta néctar en sus flores que logre atraer los insectos. Sin embargo, algunas especies de abejas nativas hacen el trabajo de polinizadores, mejorando la producción de frutos. Entre estas nativas tenemos los abejorros y las abejas de barro. Los dos insectos constan de una característica similar y es que forman sus nidos bajo tierra especialmente donde hay madrigueras de roedores. Cada primavera las reinas pueden llegar a tener más de 200 trabajadoras que construirán el nido (Claire Kremen et al 2006).

### **Fruto**

El tomate tipo cherry posee frutos de tamaño muy pequeño, de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso promedio de 10 g, agrupándose en ramilletes de 15 o más frutos; existen gran variedad de colores tales como amarillos, rojos, rosados y naranjas. Los frutos pueden ser tipo pera o redondo. Su consumo preferentemente es en fresco, como pasa bocas, en cócteles y para decorar platos. El fruto de tomate tipo cherry es bilocular y está constituido por una epidermis o piel e internamente se encuentra la pulpa, y las semillas. La maduración del fruto puede ser uniforme, pero existen algunas variedades que presentan hombros verdes debido a un factor genético (Jaramillo et al. 2007).



## Semilla

La semilla del tomate es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, éstas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente alargada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos. Las semillas dentro del lóculo, en sus últimas etapas de desarrollo, aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (Jaramillo et al. 2007).

## CARACTERIZACION NUTRICIONAL DE TOMATE TIPO CHERRY.

### Contenido Nutricional

Cuadro 1. Valor nutricional del tomate por 1 kg de sustancia comestible de tomate tipo cherry.

<b>Composición por 100 gramos de porción comestible</b>	
Energía (kcal)	22,0
Agua (g)	93,5
Carbohidratos (g)	4,5
Fibra (g)	0,8
Proteínas (g)	0,6
Lípidos (g)	0,1
Fósforo (mg)	17,0
Potasio (mg)	193,0
Sodio (mg)	70,0
Calcio (mg)	11,0
Magnesio (mg)	11,0
Hierro (mg)	0,4
Retinol (Vitamina A) (UI)	1558
Tiamina (Vitamina B1) (mg)	0,04
Riboflavina (Vitamina B2) (mg)	0,03
Niacina (Vitamina B3) (mg)	0,73
Vitamina C (mg)	22,70 Fuente: USDA (2010)

### **Características de algunos componentes nutricionales Vitamina C y funcionalidades del tomate tipo cherry**

La vitamina C incluyendo el ácido ascórbico, dehidroascorbico es uno de los componentes más importantes en la calidad nutricional en muchos cultivos hortícolas y en actividades metabólicas en el cuerpo (Raffo, 2006). La vitamina C es necesaria para la prevención y el mantenimiento de la piel, encías y los vasos sanguíneos. La vitamina C también se conoce muchas funciones biológicas en la formación de colágeno, la absorción de hierro inorgánico, la reducción de los niveles plasmáticos de colesterol, la inhibición de nitrosoamina y formación, mejora de la respuesta inmune al sistema y la reacción con el oxígeno y otros radicales libres. La vitamina C, como antioxidante, según los informes reduce el riesgo de arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares las enfermedades y algunos tipos de cáncer (Harris, 1996).

### **Licopeno y funcionalidades**

El licopeno es el pigmento responsable de dar la coloración roja de la maduración de los frutos de tomate y el producto juega un papel importante en la salud humana. En estudios epidemiológicos muestran que el licopeno reduce el riesgo de enfermedades crónicas como cardiovasculares, cáncer de próstata o del tracto gastrointestinal. Además tiene la habilidad de actuar como un potente antioxidante, aunque se piensa que es responsable de proteger las células de daños oxidativos. En cuanto a biodisponibilidad el licopeno se distribuye en los tejidos, excreciones y acciones biológicas en animales de experimentación y en humanos (Mayeaux et al., 2006).

### **Estudios de mejoramiento genético en tomate tipo cherry**

Adalid et al., (2009), en Valencia España, trabajaron con 49 introducciones de tomate, 14 de cherry y dos del tomate común, fue seleccionado por su alto valor nutricional, siendo de gran interés para el mejorador y el consumidor. El tomatecherry tenía un contenido de 1.5 veces más de ácido ascórbico que el

comercial, tal como la accesión de *S. pimpinellifolium* el cual presento nueve veces más de contenido de licopeno que lo normal de los cultivares del momento. Pratta et al. (2003), Trabajaron cruzamientos di alélicos con cinco progenitores utilizando solo cruzamientos directos, Los parentales eran una variedad comercial, una línea homocigota con el alelo mutante nor (no maduración) y otra línea con el alelo mutante rin (inhibidor de la madurez) del tomate cultivado y una accesión silvestre LA 1385 de *S. lycopersicum varcerasiforme* y LA 722 de *S. pimpinellifolium* se encontró mayor habilidad combinatoria específica que la general para los caracteres vida útil de fruto debido a que no hubo efectos aditivos, el alelo mutante rin tuvo menos efectos que el nor. Los cruzamientos con las líneas silvestres lograron introgresar genes de vida útil del fruto sobre las especies cultivadas. Los cruzamientos entre las líneas homocigotas con el alelo nor y la especie silvestre LA 722 presentaron los mejores resultados en el carácter vida útil del fruto con respecto a los demás híbridos.

Pratta et al. (2003), también evaluaron caracteres morfovegetativos longitud de entrenudos, número de flores por racimo, perímetro del tallo en las partes basal, media, apical, y de calidad comercial, peso, diámetro, altura, formato de fruto y vida en estantería de los frutos, en híbridos intra e interespecíficos de *S. lycopersicum*. Los híbridos a partir de cruzamientos con las especies silvestres que presentaron menor tamaño y peso de los frutos pero mayor número de flores por racimo. La mayor vida en estantería fue observada en un híbrido entre un mutante de madurez de *S. lycopersicum* y la introducción LA722 de *S. pimpinellifolium*.

### **Sustancias Húmicas**

Stevenson (1984) define la materia orgánica del suelo como la totalidad de las sustancias orgánicas presentes en el suelo, incluyendo los restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo, la fracción orgánica soluble en agua y el humus.

De Saussure en 1804, fue el primero en utilizar la palabra “humus” (que en latín significa suelo) para describir el material orgánico de color oscuro presente en el suelo. Este autor observó que el humus era más rico en carbono y más pobre en hidrógeno y oxígeno que el material vegetal de origen. En la actualidad, el término “humus” todavía no se emplea de manera específica y concreta. Mientras que para algunos autores este término significa lo mismo que materia orgánica del suelo, incluyendo sustancias húmicas (SH), definidas como materiales orgánicos identificables de elevado peso molecular, poseen polisacáridos y proteínas y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas, pero excluyendo los tejidos de plantas y animales no descompuestos, los productos de descomposición parcial y la biomasa del suelo (Stevenson, 1984, McCarthy *et al.* 1990). Otros autores utilizan el término humus para referirse sólo a las SH.

Aiken *et al.* (1985), comentan que las SH son una categoría de sustancias de color amarillo a negro, de elevado peso molecular y propiedades refractarias; tal vez, habría que incluir su naturaleza coloidal y su resistencia al ataque microbiano. Este enunciado es más una descripción de las SH que una definición, y es una muestra de la no especificidad que prevalece en el estudio de las sustancias. Estos materiales resultan de la degradación de restos de animales y plantas y no pueden ser clasificados dentro de la categoría de compuestos discretos, como sucede con las sustancias no húmicas. Las SH son omnipresentes y se encuentran en todos los suelos, sedimentos y aguas.

Del 75 al 90 por ciento de los restos orgánicos están constituidos por agua. Una fracción pequeña de materia orgánica (MO), está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc., y en su mayor parte están formadas por las llamadas SH, que son una serie de compuestos de alto peso molecular. Estas sustancias, han sido divididas en grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y básicas concentradas en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). Los AH son moléculas más grandes y complejas que los AF; además, presentan contenidos más altos de nitrógeno, pero menor de grupos funcionales (Meléndez, 2003).

Este último investigador, continua diciendo que los AF se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 por ciento) y por su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los fulvoácidos pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida forman sustancias reductoras y furfural, tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq.100 g de sustancia), actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos  $R_2O_3$  que poseen gran movilidad; por lo tanto, parece ser que ya no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los AH. A parte de los AF propiamente dicho, se han descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Datos obtenidos de espectroscopia infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática. Sobre la baja aromatización de los AF, hablan los datos de la composición elemental, en el que el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera el de los AH.

Los AH y AF son compuestos orgánicos no muy bien definidos químicamente, que constituyen la parte más elaborada de la descomposición de la MO; se derivan de diferentes materias primas originadas principalmente de yacimientos de carbón orgánico conocidos como lignitos, turbas y Leonarditas; forman humatos y fulvatos con los cationes del suelo, con lo que evitan la retrogradación. Son capaces de fijar los nutrientes que son aplicados como fertilizantes, disminuye las pérdidas por lixiviación e inmovilización. Los AH son activadores de la flora microbiana del suelo con lo que aumenta la mineralización de la MO y la consecuente liberación de nutrientes a formas disponibles para las raíces de las plantas. Los AH y AF incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo y la retención de humedad, estimulan el desarrollo de la raíz y a nivel foliar aumentan la permeabilidad de la membrana celular, al facilitar la absorción de nutrientes y son agentes naturales quelatantes de metales catiónicos, por lo que son utilizados para la nutrición mineral de los cultivos, debido a la acción complejante que ejercen sus grupos funcionales carboxílicos (COOH) e hidroxílicos (OH) (Molina, 2003).

Chen y Aviad (1990), Varaniniet *al.* (1995) y Piccoloet *al.* (1992), a lo largo de sus investigaciones, han recogido la influencia de las SH en el crecimiento de las plantas, en la nutrición mineral, en la productividad y el metabolismo, considerando los efectos positivos sobre la germinación de semillas, la iniciación y el desarrollo radicular, el desarrollo de los brotes, el contenido de nutrientes en numerosos cultivos y la síntesis de ácidos nucleicos o la respiración. En el suelo, estos compuestos mejoran la estructura de los sustratos, incrementan la capacidad de intercambio del suelo y movilizan micronutrientes (Olmos *et al.* 1998).

Los efectos de la aplicación al suelo de las sustancias húmicas sobre las cosechas han sido explicados por diferentes teorías (Benedetti *et al.* 1990 y 1992; Caccoet *al.* 1984); la más aceptada por la comunidad científica, es la hipótesis que asigna a las SH “efectos directos” sobre la planta, teniendo un comportamiento hormonal y “efectos indirectos”, al actuar sobre el metabolismo de los microorganismos del suelo y la dinámica de los nutrientes. Las SH son capaces de alterar la absorción de micronutrientes por las raíces y modificar las actividades enzimáticas implicadas en el metabolismo del nitrógeno (Visser, 1985).

Los distintos efectos que las SH producen en las propiedades del suelo o en el desarrollo vegetal están gobernados por la concentración en la que se encuentran, su naturaleza (García, 1990), el peso molecular de las fracciones húmicas y su contenido en grupos funcionales (Piccoloet *al.* 1992), así como de la especie vegetal, su edad y estado nutricional (Albuzioet *al.* 1986).

Las SH, en el suelo, pueden incidir indirectamente en la nutrición vegetal por distintos mecanismos: suministrando nutrientes a las raíces, porque pueden servir de fuente de N, P y S, ya que se liberan a través de la mineralización de la MO en el suelo. Esta fuente de elementos también se debe a la posibilidad de complejar metales (Sánchez-Sánchez *et al.* 2006). Sin embargo, este comportamiento va a estar determinado, en gran medida, por el cultivo y las condiciones que lo rodean. Akinremiet *al.* (2000), concluyeron que la adición de Leonardita produjo mejoras en los niveles foliares de N, P, K de los cultivos de nabos, trigo y judías; además,

en el cultivo de nabos aumentó el nivel de azufre (S). Estos resultados se deben, según los autores, a una combinación de los efectos directos de los ácidos sobre los procesos fisiológicos de la planta y un efecto indirecto incrementando la disponibilidad de nutrientes para el vegetal.

La dinámica del P en el suelo depende de la complejación del calcio por la materia húmica. En los suelos calizos, el calcio (Ca) es un catión reactivo y omnipresente que disminuye la biodisponibilidad de numerosos micronutrientes ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ), así como del P, debido a la formación de fosfatos de calcio insolubles. La complejación de Ca por las SH incrementa la solubilización del apatito (Gerapinet *et al.* 1989, Rouquet, 1988), limitando la adsorción y fijación del P (Fox *et al.* 1990; Gerk, 1993). Los resultados muestran que el poder de complejación de Ca de las SH, está bien relacionado con la mejora en la nutrición de P en suelos calizos (Gaur, 1964); además, el efecto positivo de la complejación del Ca sobre el P parece depender del pH del suelo.

En la fertilidad del suelo, el intercambio de cationes de la fracción orgánica es de absoluta importancia, ya que va a suponer el suministro de K, Ca y magnesio (Mg) y algunos micronutrientes ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) para las plantas. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, puede depender en más de 80 por ciento de la MO, por tanto existe una relación directa entre la CIC y el contenido de MO. Por lo general, los AH adsorben preferentemente cationes polivalentes frente a monovalentes. Para iones con igual valencia, los menos hidratados tienen la mayor energía de adsorción (Stevenson, 1984).

Las investigaciones del efecto directo de las SH sobre las plantas, se centralizan en los efectos bioestimulantes al considerar la implicación de estos productos en los diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que tienen lugar en la planta (Ramos, 2000; Vivas, 2001). Si nos referimos a la influencia de las SH en el crecimiento y desarrollo de la raíz, se considera suficientemente probado que estos compuestos mejoran el crecimiento radicular, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo (Sánchez-Andreu *et al.* 2000). Tanto la elongación como la formación de los primeros pelos radiculares, son afectadas por los materiales

húmicos. Las dosis empleadas de las SH van a ser determinantes para que los efectos sean positivos o negativos; así, Young *et al.* (1997) encontraron que ácidos purificados procedentes de diferentes orígenes, mejoraban significativamente el crecimiento radicular en semilleros de lechuga, pasando de una longitud radicular media de 13.6 mm para el control a 20.2 mm, cuando se aplicaban ácidos de turba. Los autores justifican sus resultados, al comentar que los ácidos pueden tener enlazadas a su estructura poliaminas (putrescina, espermidina, permina), que se encuentran en las paredes celulares y tienen una reconocida función reguladora en las plantas (Galston *et al.* 1990, Nardiet *al.* 1994). La aplicación foliar de SH a *Agrostisstolonifera* L. presentó un efecto muy limitado en el enraizado, mientras la incorporación de humato granular hasta a 10 cm profundidad, mejoró sensiblemente el enraizado, seguramente debido a la proximidad a las raíces (Cooper *et al.* 1998).

### **En la Planta**

Para que las plantas puedan tener un efecto directo de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal, implica su absorción, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo.

En los últimos años, se han investigado sus efectos bioestimulantes (Ramos, 2000; Vivas, 2001) considerando la implicación de estos productos en los diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que tiene lugar en la planta. Algunos de los efectos que se han encontrado en múltiples investigaciones son las que se presenta a continuación:

El efecto estimulante de las sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas ha sido comúnmente relacionado con el aumento de la absorción de macronutrientes (Guminsky *et al.* 1983.) La quelatación es el papel más importante de las sustancias húmicas, ya que coloca los cationes disponibles para la raíz de la planta, además de que previene su precipitación.



## **Sobre el Suelo**

Las sustancias húmicas van a formar parte del suelo y tendrán efecto acumulativo, brindando las siguientes funciones:

- Función Nutricional, sirve como fuente de nitrógeno y azufre.
- Función Biológica, favorece la actividad de los microorganismos benéficos del suelo.
- Función Física, estabiliza la estructura del suelo, incrementa la permeabilidad, facilita el intercambio de gases y mejora la retención de humedad.
- Función Química, ya que:
  - Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, posee más de 300 meq/100 g.
  - Mediante su poder quelante mejora la disponibilidad de los micronutrientes.
  - Mediante su poder tampón, ayuda a mantener una reacción (pH) uniforme en el suelo.

## **Efecto de las Sustancias Húmicas**

Numerosos autores han descrito los efectos directos (que actúan sobre la planta en diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que estimulan su crecimiento) e indirectos (que actúan sobre las propiedades físicas, químicas, y biológicas que determinan la fertilidad de los suelos) sobre el desarrollo vegetal que ejercen las sustancias húmicas (Chen y Aviad, 1990; Stevenson, 1994; Varanini y Pinton, 2000).

Los distintos efectos que ejercen las sustancias húmicas en las propiedades del suelo pueden variar en función del origen (García, 1990), contenido de grupos funcionales (Piccolo et al., 1992) y concentración de las sustancias húmicas, así como de la especie vegetal, edad y estado nutricional de la misma (Albuzio et al., 1986).

## Ácidos Fulvicos

Es la fracción de sustancias solubles en medios alcalinos y no se precipita en medios ácidos (Morales, 2003). Es de color pardo – amarillento, de menor peso molecular (900 – 5.000 Dalton) y posee cerca de 43 – 52 % de carbono (Florenza y Martínez, 1991; Bollo, 1999). Son polímeros con un anillo aromático, grupos fenólicos y alto contenido de grupos carboxílicos, posee un 48 % de oxígeno y tiene una alta capacidad de intercambio cationico (Stevenson 1994; Coyne, 200). Una de sus características que la distingue es su coloración más clara, mayor contenido de oxígeno y bajo contenido de carbono. El oxígeno puede ser considerado como grupos funcionales –COOH, -OH fenólicos, -COO y C=O, unidos a cadenas alifáticas y ciclos aromáticos.

Según Stevenson (1994), la acidez total de los ácidos fúlvicos (900 – 1400 cmol/Kg) duplica a la de los ácidos húmicos (500 – 870 cmol/Kg), esto se debe a que estas sustancias tienen mayor contenido en grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), presumiblemente fenólicos.

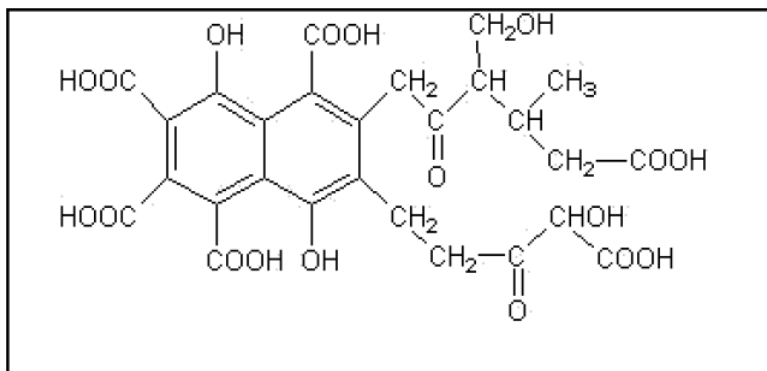


Figura 1. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffle et al., (1977).

Según Labrador (2001) estos presentan una unidad nuclear (estructuras aromáticas de carbono) poco pronunciada con un predominio de cadenas laterales. Este predominio está representado por una relación de estructuras aromáticas/cadenas laterales.

Los ácidos fúlvicos son agentes complejantes de cationes metálicos muy importantes, por lo que causan un impacto directo en la disponibilidad y transporte de los mismos (Melo, 2006).

Los ácidos fúlvicos poseen una relación C/H más baja que los ácidos húmicos y tiene mayor actividad con respecto a los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta (Vaughan et al., 1985).

### **Ácidos Fulvicos en la Planta**

Vaughan et al. (1891) demuestran que la proporción de absorción de ácidos fulvicos/ácidos húmicos se incrementa con el tiempo de incubación, indicando una absorción preferente de sustancias de bajo peso molecular. También afirman que, las fracciones de ácidos húmicos de bajo peso molecular son absorbidas tanto activa como pasivamente, Vaughan et al. (1985) concluyen que casi todas las fracciones de sustancias húmicas de bajo peso molecular son absorbidas activamente por las plantas y, que los ácidos fulvicos pueden ser biológicamente algo más activos que los ácidos húmicos.

### **Aplicaciones prácticas**

Con la aplicación de los ácidos fulvicos se han obtenido incrementos de producción de hasta de 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).

### **Beneficios de los ácidos fúlvicos**

Aumentan rendimientos y mejoran la calidad de las cosechas al:

1. Estimular el crecimiento general de la planta.

2. Mejorar notablemente la absorción y translocación de nutrientes y agroquímicos vía foliar y radicular.
3. Mejorar los suelos al promover de manera exponencial la reproducción de los microorganismos y la formación de agregados.
4. Actúa como bioestimulante al catalizar procesos bioquímicos de la planta y al promover la formación de ácidos nucleicos por su alto contenido de aminoácidos.
5. Quelata y pone a disposición de la planta nutrientes de difícil absorción.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización de Área Experimental

El trabajo, se realizó en uno de los invernaderos del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del campus principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; cuyas coordenadas geográficas son 25° 23' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, a la Altitud de 1742 msnm.(figura 2 ).

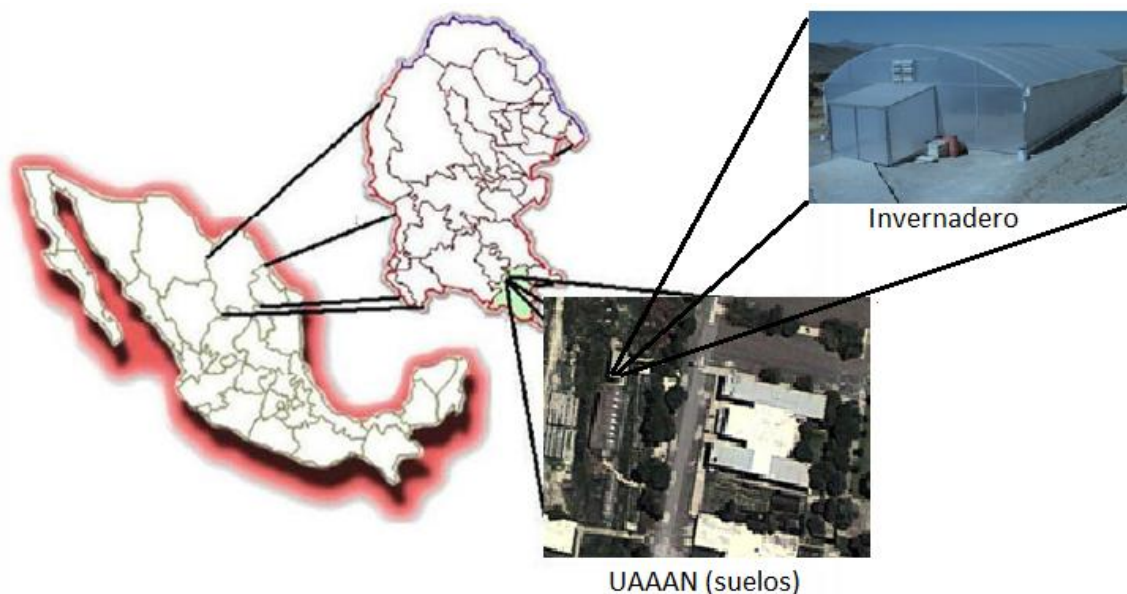


Figura 2. Localización del área experimental.

## Metodología

Se utilizaron semillas de tomate cherry variedad "First Love", se les efectuó un tratamiento hidrotérmico, el que consistió en colocarlas en "Baño María" a 40 °C durante 20 minutos, con el fin de activar el embrión y evitar en lo posible el ataque de microorganismo patógenos; después, fueron sembradas en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades y se les aplicarán las dosis de 2, 4 y 6 ml.litro<sup>-1</sup> de agua de los humatos y los fulvatos de calcio y de magnesio; se empleó como sustrato la mezcla de peat moss con "perlita" (relación 1:1 v/v). Cuando la plántula presento el primer par de hojas verdaderas (aproximadamente entre ocho y 10 cm de longitud), fue trasplantada en macetas de plástico con 250 g del mismo sustrato; este proceso es denominado por Camacho (2010) como "el picado". Después de 15 días, la plántula fue trasplantada en macetas de plástico con 40 kg del suelo Calcisol, hasta completar el ciclo. Los tratamientos consistieron en la mezcla de un ácido fúlvico de leonardita, con potasio (K) y magnesio (Mg) al uno por ciento (Cuadro). El riego se realizó cada 3 días.

Después de hacer el último trasplante, se efectuaron las aplicaciones de los tratamientos que se presentan en el cuadro. Se aplicaron como tratamientos ácidos fulvico en 2ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, ácidos fulvicos 4ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, ácidos fulvicos 6ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, lixiviados de lombriz 2ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, lixiviado de lombriz 4ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, lixiviado de lombriz 6ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, fertilizante químico solo y agua solo.

A lo largo del cultivo se realizó una serie de manejos culturales los cuales constaron de eliminación de maleza, colocación de tutores, además de que se realizaron aplicaciones foliares sanitarias para el control de la mosquita blanca.

El trabajo se distribuyó de acuerdo al diseño experimental completamente al azar, con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables medidas fueron: número de fruto (NF), peso fruto (PF), diámetro polar del fruto (DPF), diámetro ecuatorial del fruto (DEF) grados brix del fruto (GBF), firmeza del fruto (FF), diámetro del tallo bajo de

la planta (DTB), diámetro del tallo medio de la planta (DTM), diámetro del tallo alto de la planta (DTA), altura de la planta (AP).

Los datos generados por la medición de estas variables, se les efectuó el análisis estadístico, el que consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias, mediante Tukey ( $P \leq 0.05$ ); es decir, al 95 por ciento de confianza; para ello, se empleó el paquete estadístico Minitab.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos adicionados a tomate, variedad “crecimiento indeterminado red cherry”.

Número	Tratamiento	Dosis
1	AFL	2ml. Litro <sup>-1</sup> de agua
2	AFL	4ml. Litro <sup>-1</sup> de agua
3	AFL	6ml. Litro <sup>-1</sup> de agua
4	LL	2ml. Litro <sup>-1</sup> de agua
5	LL	4ml. Litro <sup>-1</sup> de agua
6	LL	6ml. Litro <sup>-1</sup> de agua
7	FQ	
8	AGUA	

AFL= Acido Fulvico; LL= Lixiviado de Lombriz; FQ=Fertilizante Químico.

Cuadro 3. Fertilización química aplicada a tomate cherry, variedad “crecimiento indeterminado”.

Fertilizante	Dosis (g.litro <sup>-1</sup> )
Nitrato de calcio	1.0
Nitrato de amonio	0.5
Fosfato mono amónico (MAP)	1.5
Sulfato de magnesio	1.0
Sulfato de cobre	0.5
Sulfato de zinc	0.5
Ácido bórico	0.3
Nitrato de potasio	1.0

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Numero de Fruto

En el número de fruto hay efecto altamente significativo en el análisis de varianza del primer corte, podemos observarlo en el (cuadro 4), en el segundo corte no hay efecto significativo como lo podemos analizar en el (cuadro 5), sin embargo en el tercer corte si hay efecto significativo de acuerdo a lo observado en el (cuadro 6). Además, en la figura 3 podemos observar que en el tratamiento de ácido Fulvico a dosis de 2 ml. Litro<sup>-1</sup> de agua se presentó un mayor número de frutos, que cuando se aplicaron dosis de 4 y 6 ml. Litro<sup>-1</sup> de agua. También en el tratamiento de lixiviado de lombriz 2 ml. Litro<sup>-1</sup> de agua se presentó un valor mayor, que cuando se aplicó la fertilización química y agua sola. Así se puede establecer que el mejor tratamiento fue el de ácido Fulvico 2 ml. Litro<sup>-1</sup> de agua superando con unos 28 frutos, dejando por debajo a los demás tratamientos. Esto coincide con Chen et al. (1994), los efectos directos de los ácidos fulvicos sobre la planta mejora el número de frutos, del mismo modo tiene un efecto positivo de ambos tratamientos de la aplicación de ácido Fulvico 2 ml y lixiviado de lombriz 2 ml. Los mejores resultados se lograron en el segundo corte, en comparación al corte uno y tres.

Cuadro 4. Análisis de varianza de número de fruto de tomate, corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	104.0	14.857	7.84	0.000**
Error	24	45.500	1.896		
Total	31	149.500			

Cuadro 5. Análisis de varianza de número de fruto de tomate, corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	745.97	106.57	1.70	0.157ns
Error	24	1505.75	62.74		
Total	31	2251.72			

Cuadro 6. Análisis de varianza de número de fruto de tomate, corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	59.875	8.554	2.50	0.044*
Error	24	82.000	3.417		
Total	31	141.875			

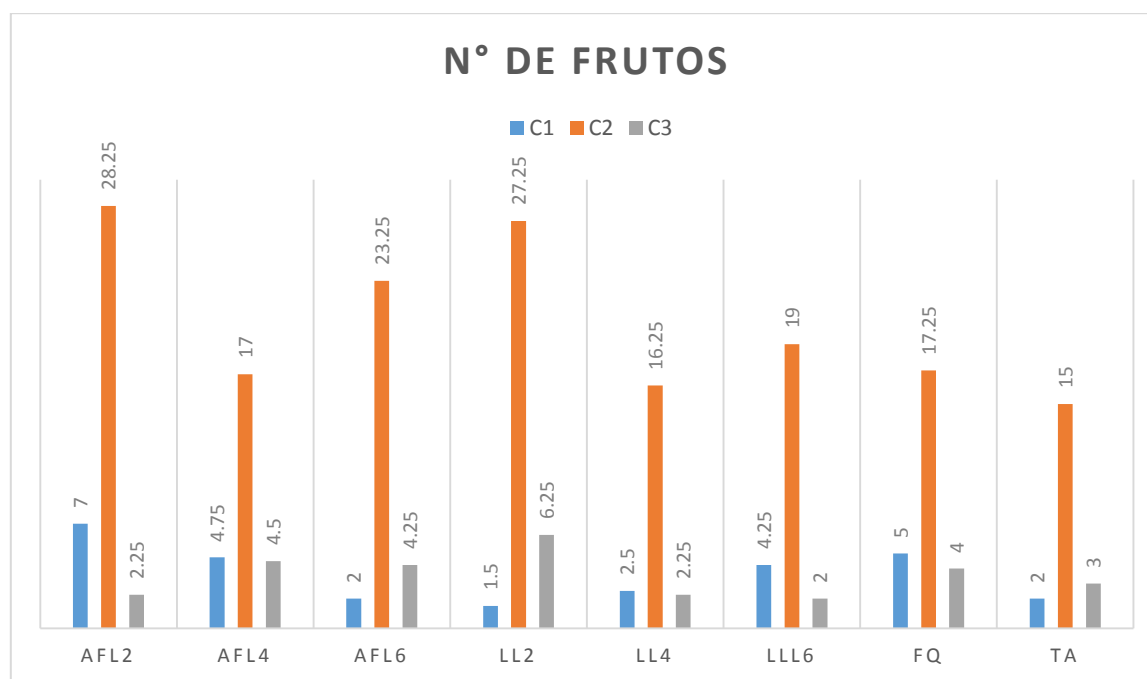


Figura 3. Número de frutos de tomate, con los diferentes tratamientos y con los tres cortes.



### Peso del Fruto

Al igual que en la anterior variable; aquí, los tratamientos ejecutaron efecto altamente significativo para el primer corte (cuadro 7), en el segundo corte no hay efecto significativo (cuadro 8), en el corte tres hay efecto significativo (cuadro 9). Además en la figura 4, se puede determinar que, con la adición de todos los tratamientos, con los ácidos fulvicos en dosis 6ml. Litro<sup>-1</sup> de gua, el valor sobrepasa a los demás tratamientos. También el tratamiento ácido Fulvico 2ml se presentó un valor mayor, que cuando se aplicaron ácido Fulvico en dosis de 4ml, el lixiviado de lombriz presenta un valor mayor, que cuando se aplicó la fertilización química y agua solo. Nuevamente podemos ver que en el segundo corte se obtuvieron los mejores pesos, en comparación al corte uno y tres.

Cuadro 7. Análisis de varianza de peso de fruto del cultivo de tomate cherry, en el corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	7081.5	1011.6	5.93	0.000**
Error	24	4091.3	170.5		
Total	31	11172.7			

Cuadro 8. Análisis de varianza de peso de fruto del cultivo de tomate cherry, en el corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	13463	1923	0.45	0.862ns
Error	24	103166	4299		
Total	31	116629			

Cuadro 9. Análisis de varianza de peso de fruto del cultivo de tomate cherry, en el corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	2182.8	311.8	2.37	0.054ns
Error	24	3151.6	131.3		
Total	31	5334.4			

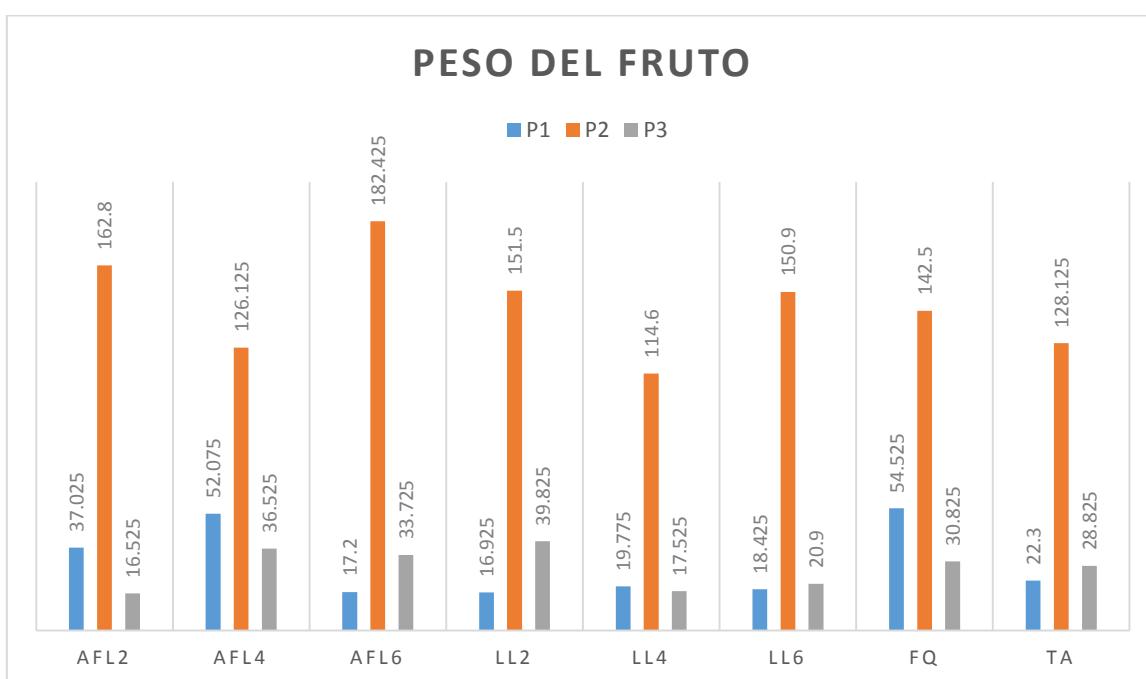


Figura 4. Peso de fruto del cultivo tomate cherry, con los diferentes tratamientos y cortes.

### Diámetro Polar

En la variable de diámetro polar, no hay efecto significativo para los tres cortes podemos observarlo en los (cuadros 10, 11,12). Además, en la figura 5 se puede analizar que la combinación de ácido Fulvico 4ml. Litro<sup>-1</sup> de agua obtuvo un valor mayor, que cuando se aplicó ácido Fulvico 2ml y 6ml. Litro<sup>-1</sup> de agua. Así mismo con la fertilización química presentó datos similares, que cuando se aplicaron lixiviado de lombriz al 2, 4, 6ml y solo agua. Esto no coincide con los resultados obtenidos por Neri (2002), en fresas ya que encontró que la aplicación prolongada de ácido Fulvico tuvo un efecto positivo en la calidad de fruta, y que reduce el número de frutos deformes y podridos en fresa.

Cuadro 10. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de tomate cherry, corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.34219	0.04888	1.67	0.164ns
Error	24	0.70250	0.02927		
Total	31	1.04469			

Cuadro 11. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de tomate cherry, corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.40875	0.05839	2.26	0.064ns
Error	24	0.62000	0.02583		
Total	31	1.02875			

Cuadro 12. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto de tomate cherry, corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.12500	0.01786	1.05	0.427ns
Error	24	0.41000	0.01708		
Total	31	0.53500			

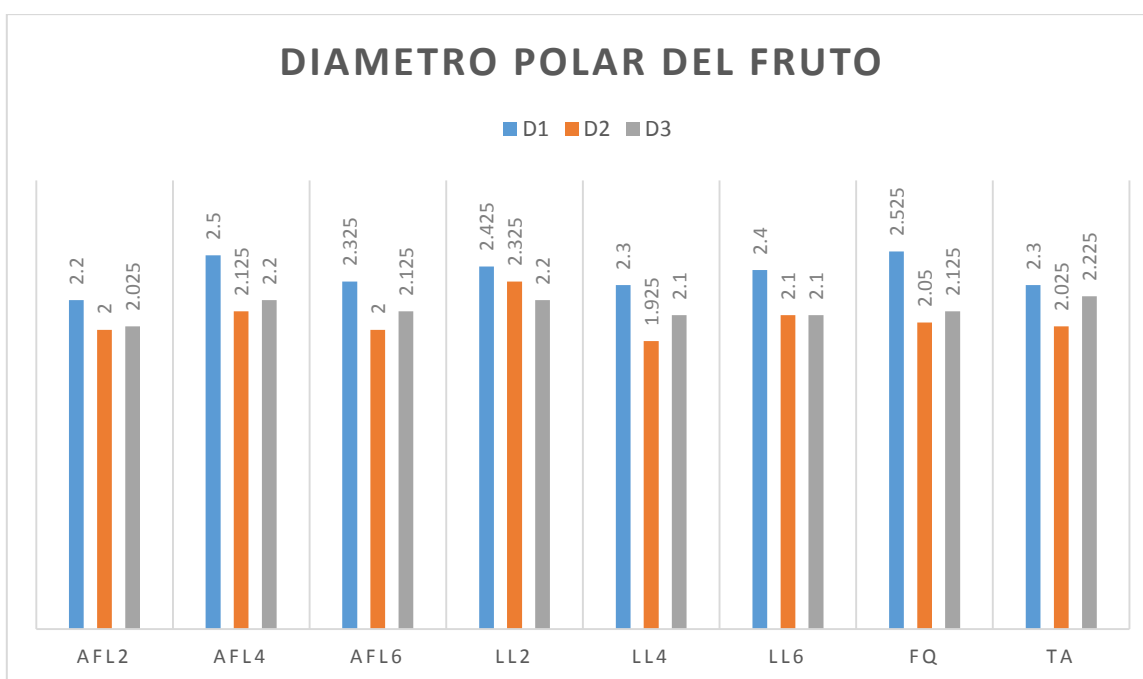


Figura 5. Diámetro polar del tomate cherry, con los diferentes tratamientos y los tres cortes.

### Diámetro Ecuatorial

En la variable de diámetro ecuatorial hay efecto significativo para el primer corte (cuadro 13), pero en el corte dos y tres no hay significancia (cuadro 14, 15). Además en la figura 6 se puede observar que al adicionar la dosis de fertilización química se presentó el mayor diámetro, que cuando se aplicó los ácidos fulvicos en diferente dosis. También en el lixiviado de lombriz en la dosis de 6ml. Litro<sup>-1</sup> de agua se obtuvo un mayor diámetro, que cuando se aplicó solo agua. Estos resultados son comparables por los obtenidos a los de David et al (1994), al trabajar con plantas de tomate en disolución nutritiva y varios tratamientos húmicos y fulvicos. Los mejores diámetros se obtuvieron en el segundo corte, en comparación al primer y tercer corte.

Cuadro 13. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.95500	0.13643	4.09	0.004*
Error	24	0.80000	0.03333		
Total	31	1.75500			

Cuadro 14. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.27500	0.03929	0.90	0.521ns
Error	24	1.04500	0.04354		
Total	31	1.32000			

Cuadro 15. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.22875	0.03268	1.33	0.280ns
Error	24	0.59000	0.02458		
Total	31	0.81875			

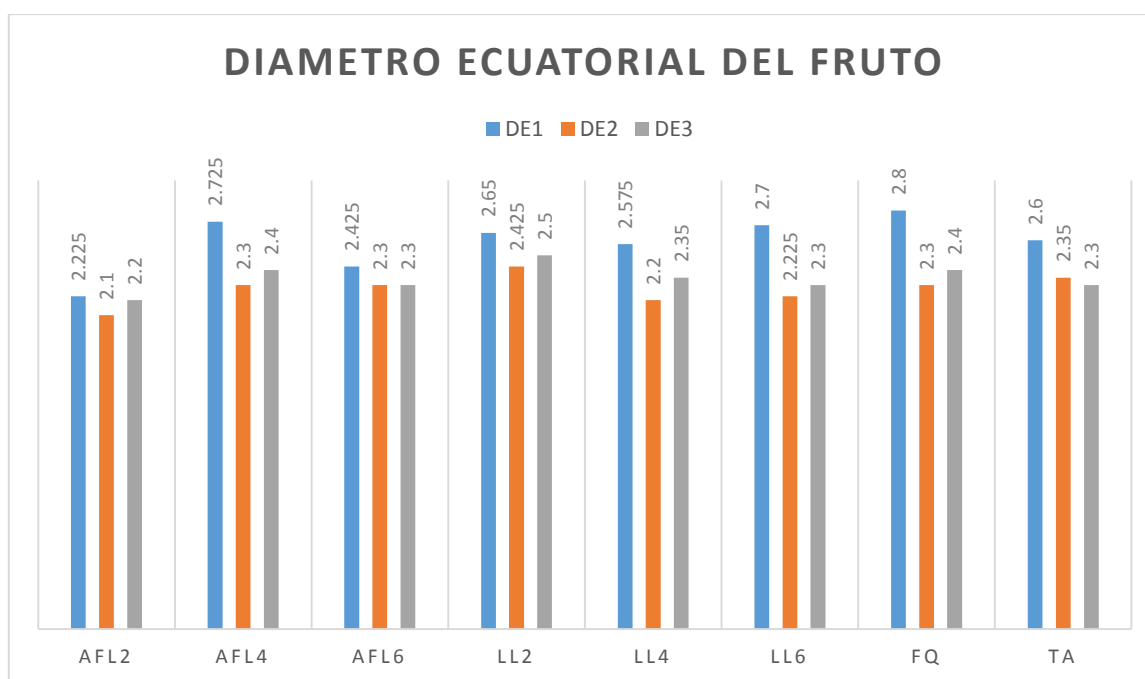


Figura 6. Diámetro ecuatorial del fruto de tomate cherry, con los diferentes tratamientos y los tres cortes.

### Grados Brix

En la variable de grados brix no hay efecto significativo de los tratamientos para corte uno (cuadro 16), así mismo en el corte dos es significativo (cuadro 17), así como para el corte tres que es altamente significativo (cuadro 18). Además en la figura 7 se puede observar que al adicionar la combinación ácido Fulvico 2ml. Litro<sup>-1</sup> de agua presentó un valor mayor, que cuando se aplicó el ácido Fulvico en

diferente dosis. También la combinación de lixiviado de lombriz en dosis de 4ml.Litro<sup>-1</sup> de agua obtuvo un valor mayor, que cuando se aplicó lixiviado de lombriz en dosis de 2, 6ml. Litro<sup>-1</sup> de agua, también en los tratamientos de fertilización química y solo agua.

Cuadro 16. Análisis de varianza de grados brix del fruto de tomate cherry, corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	5.6687	0.8098	1.95	0.105ns
Error	24	9.9700	0.4154		
Total	31	15.6388			

Cuadro 17. Análisis de varianza de grados brix del fruto de tomate cherry, corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	8.3400	1.1914	3.01	0.021*
Error	24	9.5150	0.3965		
Total	31	17.8550			

Cuadro 18. Análisis de varianza de grados brix del fruto de tomate cherry, corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	10.2350	1.4621	7.01	0.000**
Error	24	5.0050	0.2085		
Total	31	15.2400			

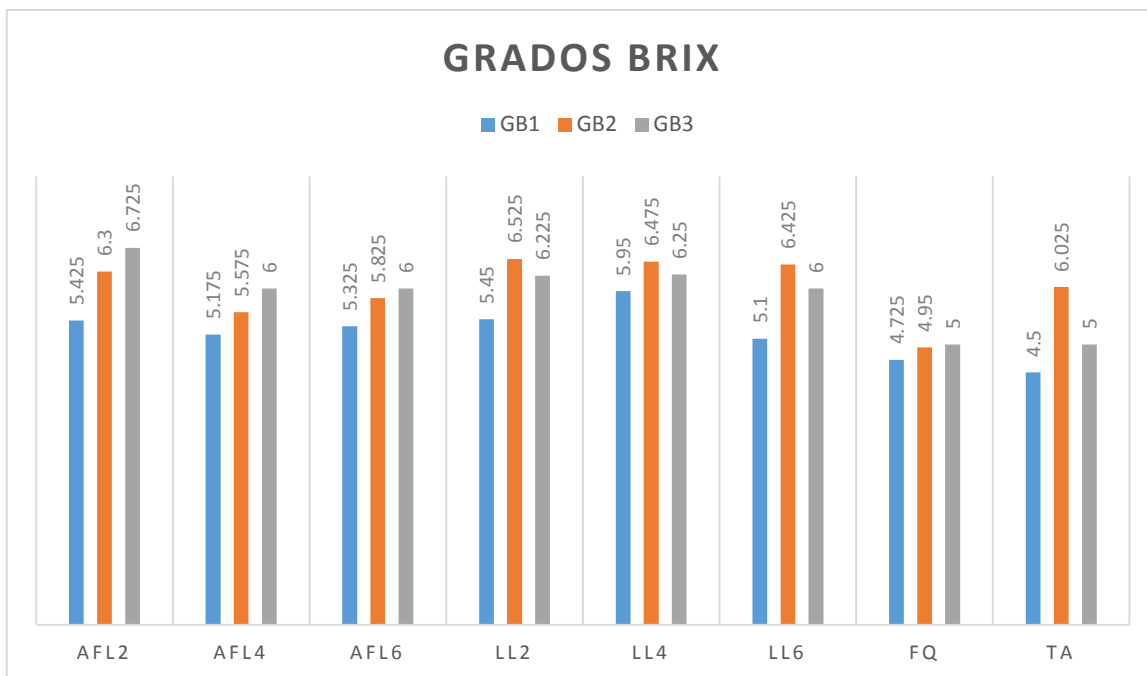


Figura 7. Grados brix del fruto de tomate cherry, con los diferentes tratamientos y corte.

### Firmeza de Fruto

En la variable firmeza de fruto hay efecto significativo en los tratamientos para el corte uno y dos (cuadros 19, 20), y altamente significativo para el corte tres (cuadro 21). Además, en la figura 8 se puede observar que la combinación de lixiviado de lombriz en dosis de 4ml.Litro<sup>-1</sup> de agua es la que obtuvo un valor mayor, que cuando se aplicó lixiviado de lombriz en dosis de 2 y 6ml. También la combinación de fertilización química obtuvo un valor mayor, que cuando se aplicó los tratamientos de ácidos fulvicos en diferentes dosis y solo agua. Esto coincide con Sánchez et al. (2005), han encontrado que en tomate se ha mantenido la calidad y la firmeza del fruto, en limonero se mejoran el peso y contenido en vitamina c del fruto.



Cuadro 19. Análisis de varianza de firmeza de fruto de tomate cherry, corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	3564.0	509.1	4.20	0.004*
Error	24	2906.2	121.1		
Total	31	6470.2			

Cuadro 20. Análisis de varianza de firmeza de fruto de tomate cherry, corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	3482.9	497.6	2.92	0.023*
Error	24	4086.0	170.2		
Total	31	7568.9			

Cuadro 21. Análisis de varianza de firmeza de fruto de tomate cherry, corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	1320.00	188.57	6.78	0.000**
Error	24	667.50	27.81		
Total	31	1987.50			

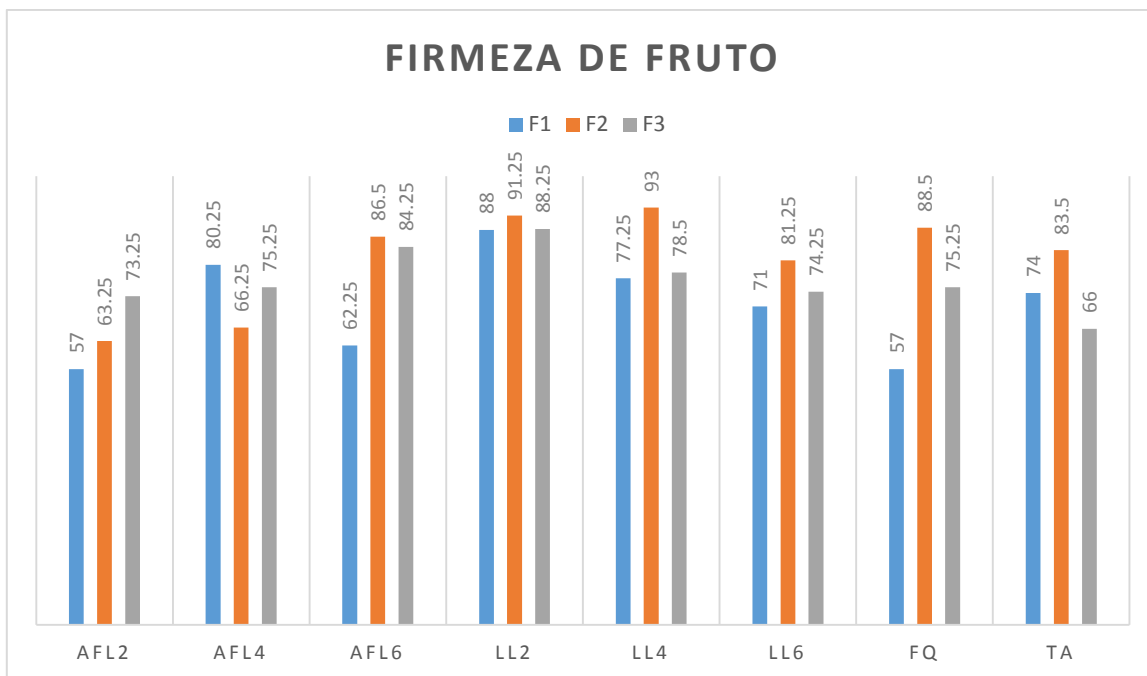


Figura 8. Firmeza de fruto de tomate cherry, con los diferentes tratamientos y cortes.

### Diámetro de Tallo de la Planta

En la variable de tallo bajo, corte uno de la planta no hay efecto significativo de los tratamientos (cuadro 22), en el corte dos y tres se presentó significancia (cuadros 23, 24). Además, en la figura 9 se puede observar que al adicionar el tratamiento lixiviado de lombriz 4ml. Litro<sup>-1</sup> de agua se obtuvo el valor mayor, que cuando se aplicó lixiviado de lombriz en dosis de 2 y 6ml. Litro<sup>-1</sup> de agua. También en las diferentes dosis de ácido Fulvico se presentó un valor superior, que cuando se aplicó el tratamiento de fertilización química y agua solo. Los valores más altos se obtuvieron en la variable de tallo bajo, en comparación al de tallo medio y alto.

Cuadro 22. Análisis de varianza de diámetro de tallo bajo de la planta de tomate cherry corte (1).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.11500	0.01643	0.75	0.632ns
Error	24	0.52500	0.02187		
Total	31	0.64000			

Cuadro 23. Análisis de varianza de diámetro de tallo medio de la planta de tomate cherry corte (2).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.22375	0.03196	2.69	0.033*
Error	24	0.28500	0.01187		
Total	31	0.50875			

Cuadro 24. Análisis de varianza de diámetro de tallo alto de la planta de tomate cherry corte (3).

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	0.60375	0.08625	3.11	0.017*
Error	24	0.66500	0.02771		
Total	31	1.26875			

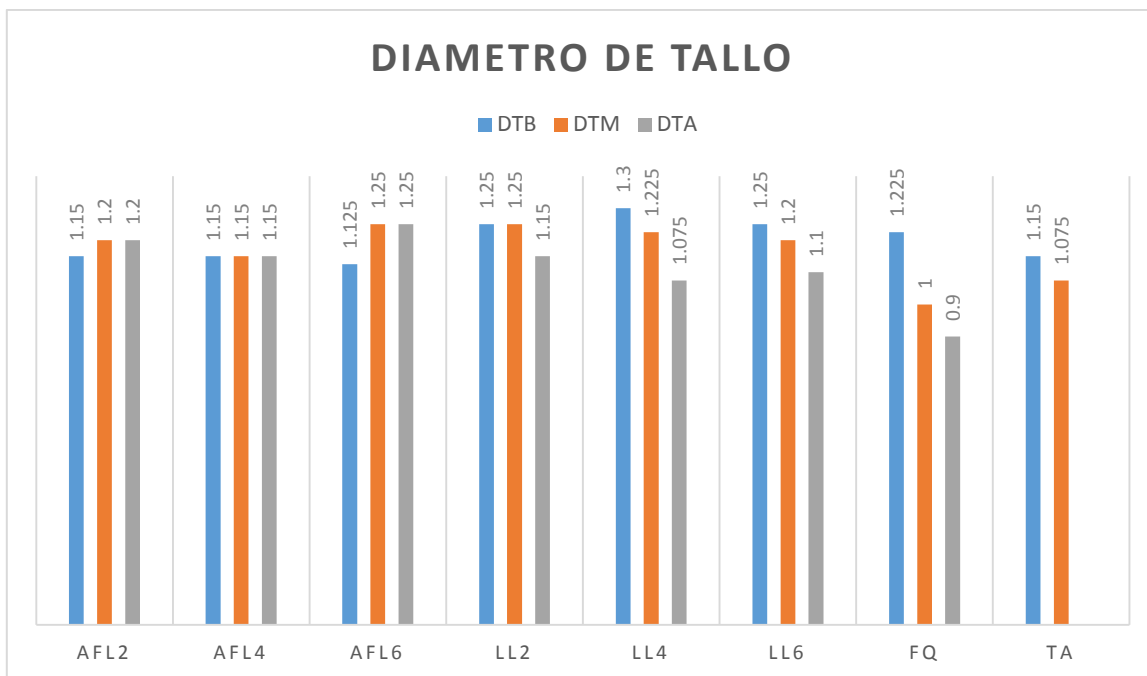


Figura 9. Diámetro de tallo del tomate cherry, con los diferentes tratamientos y cortes.

### Altura de Planta

En la variable altura de planta no hay efecto significativo para ninguno de los tratamientos (cuadro 25). Además, en la figura 10 se puede observar que en el tratamiento de ácido Fulvico en dosis de 2ml. Litro<sup>-1</sup> de agua reporto el valor mayor, que cuando se aplicó la dosis de 4 y 6 ml. También con el tratamiento de lixiviado de lombriz en dosis de 2ml. Litro<sup>-1</sup> de agua obtuvo un valor mayor, que cuando se aplicaron dosis de 4 y 6 ml de lixiviado de lombriz, fertilización química y solo agua.

Cuadro 25. Análisis de varianza de altura de planta de tomate cherry en los (3) cortes.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	7	1162.7	166.1	0.73	0.645ns
Error	24	5424.8	226.0		
Total	31	6587.5			

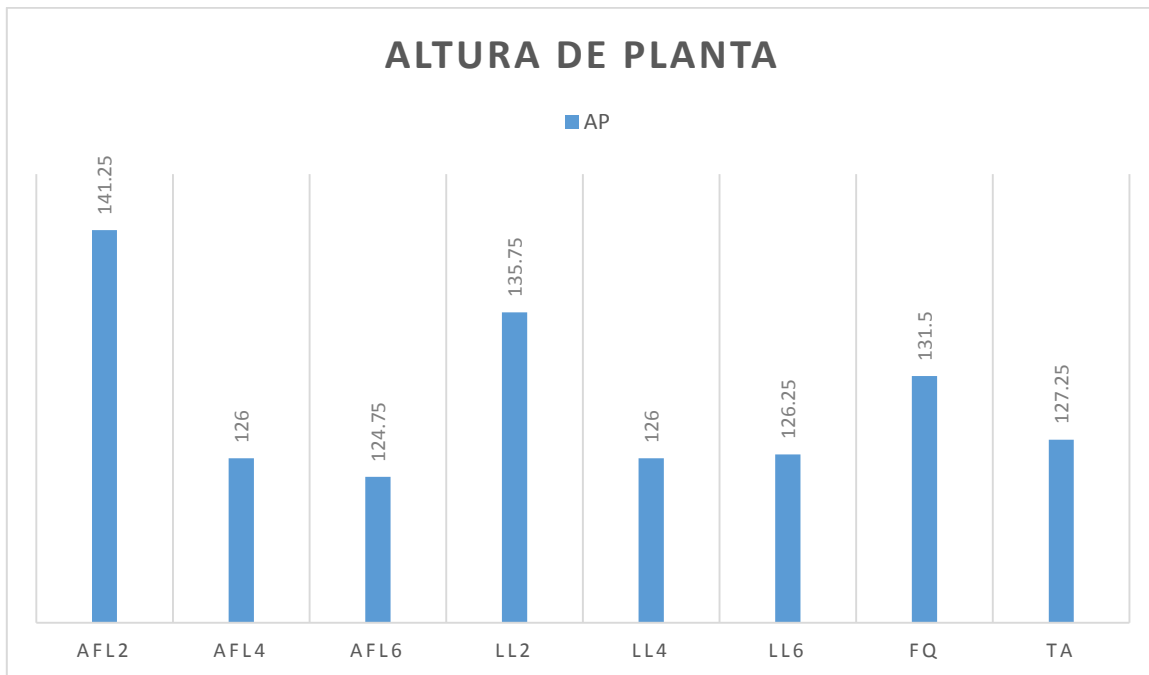


Figura 10. Altura de planta de tomate cherry, con los diferentes tratamientos.

## **CONCLUSIÓN**

En el análisis de los datos obtenidos en la investigación se observa que en el segundo corte, superó a los otros dos, en las variables medidas al fruto y a la planta; se tiene que, en el diámetro del tallo y la firmeza el lixiviado de la lombriz, realizó el efecto superior; mientras que, en el resto de las variables medidas, quienes lo efectuaron fueron los ácidos fúlvicos de leonardita; pero, en la variable para el diámetro ecuatorial, el mejor resultado se logró con la fertilización química.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L., MacCarthy, P. 1985.** An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. pp. 1-9. *In* Humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation and characterization. G. R. Aiken et al. (ed.). Wiley-Interscience, New York.
- Akinremi, O. O., Janzen, H. H., Lemke, R. L., Larney, F. J. 2000.** Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. *Can. J. Soil Sci.* 80:437-443.
- Albuzio, A., Ferrari, G., Nardi, S. 1986.** Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Science*, 66: 731-736.
- Benedetti, A., Figliolia, A., Izza, C., Indiatry, R., Canali, S. 1995.** Fertilization with NPK and humate-NPK: plant yield and nutrient dynamics. *Suelo y Planta*. 2:203-214.
- Cacco, G., Dell'Agnola, G. 1984.** Plant growth regulator activity of soluble humic complexes. *Canadian J. of Soil Sci.* 64:225-228.
- Cakmak, I. 2011.** Magnesium: Forgotten Element in Crop Production. En Segundo Simposio Internacional en Nutrición Vegetal. León, Guanajuato, México.
- Chen, Y. and Aviad T. 1990.** Effects of humic substances on plant growth. pp. 161-186. *In* Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds.). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
- Cooper, R. J., Chunhua, L., Fisher, D. S. 1998.** Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Sci.* 38:1639-1644.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations –FAO. 1998.** 84 World Soil Resources Reports. Rome, Italy.
- Fox, T., Comford, N., McFee, W., 1990.** Influence of humic acid on growth and mineral nutrition in plants. *SoilSci. Soc. Amer.* 54:1763-1847.
- García, C. 1990.** Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.

- Gaur, A. C. 1964.** Influence of humic acid on growth and mineral nutrition in plants. Bull. Assoc. Fr. Etude Sol. 35:207-219.
- Marschner, H. 1995.** Mineral Nutrition of Higher Plants, Second edition. Academic Press Limited. London, U.K.
- McCarthy, P., Clapp, C. E., Malcolm, R. L., Bloom, P. R. 1990.** An introduction to soil humic substances. pp. 161-186 *In* Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
- Meléndez, Gloria. 2003.** Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Taller de Abonos Orgánicos
- Molina, E. A. 2003.** Quelatos como fertilizantes. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Taller de Abonos Orgánicos.
- Montañes L., E. Monge, J. Val and M. Sanz. 1995.** Interpretative Possibilities of Plant. Analysis by the DOP Index. Acta Horticulturae 383:165-169.
- Nardi, S., Panuccio, M.R., Abenavoli, M. R., Muscolo, A. 1994.** Auxin-like effect of humic substances extracted from faeces of *Allolobophoracaliginosa* and *A. rosea*. Soil Biol. Biochem. 26:1341-1346.
- Olmos, S., Esteban, E., Lucena, J. J. 1998.** Micronutrient extraction in calcareous soils treated with humic substances. J. Plant Nutrition, 21 (4): 687-697.
- Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G. 1992.** Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biol. Biochem. 24, 373-380.
- 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.
- Ray, J.C. and K.J George. 2010.** Calcium Accumulation in Grasses in Relation to their Root Cation Exchange Capacity. Journal of Agronomy. 9 (2):70-74.
- Rouquet, N. 1998.** Some experiments on variable thresholding. C. R. Acad. Sci. 307 (II) 1419-1424.
- Sánchez-Sánchez, A.; Sánchez-Andreu, J.; Juárez, M.; Jordá J. and Bermúdez, D. 2006.** Improvement of Iron Uptake in Table Grape by



Addition of HumicSubstances. Department of Agrochemistry and Biochemistry, University of Alicante, Alicante, Spain. Journal of Plant Nutrition.

**Schnitzer, M. 2000.** Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.) Schnitzer and Khan. Soil Organic Matter. Elsevier, Amsterdam.

**Stevenson, F. 1984.** Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reactions. Wiley, New York, USA.

**Varanini, Z., Pinton, R. 1995.**Humic substances and plant nutrition. Prog. Bot. 56:97-117.

**Visser, S. A. 1985.** Physiological action of humic substances on microbial cells. Soil Biol. Biochem. 17:457-462.

**Vivas, M. J. 2001.** Mejora del desarrollo y la producción vegetal por bioestimuladores. Sustancias húmicas comerciales y alcoholes. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

**Young, C. C., Chen, L. F. 1997.** Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. Plant and Soil. 198:143-149.

**Jaramillo et al., 2007.**

**Jaramillo et al., 2007.** Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo.

**Claire Kremen et al .,2006.** Cada primavera las reinas pueden llegar a tener más de 200 trabajadoras que construirán el nido.

**Raffo, 2006.,**La vitamina C incluyendo el ácido ascórbico, de hidroascorbico es uno de los componentes más importantes.

**Harris, 1996.,**La vitamina C, como antioxidante, según los informes reduce el riesgo de arteriosclerosis, enfermedades cardiovasculares las enfermedades y algunos tipos de cáncer.

**Mayeaux et al., 2006.** En cuanto a biodisponibilidad el licopeno se distribuye en los tejidos, excreciones y acciones biológicas en animales de experimentación y en humanos.

**Adalid et al., 2009.** Estudios de mejoramiento genético en tomate tipo cherry

**Pratta et al., 2003.** Trabajaron cruzamientos di alélicos con cinco progenitores utilizando solo cruzamientos directos.

**Stevenson., 1984.**Sustancias Húmicas.

**Saussure., 1804.** Sustancias Húmicas.

**Stevenson, 1984, McCarthy et al., 1990.** Sustancias Húmicas.

**Aikenet al., 1985.**Comentan que las SH son una categoría de sustancias de color amarillo a negro.

**Meléndez., 2003.**Los AH son moléculas más grandes y complejas que los AF; además, presentan contenidos más altos de nitrógeno, pero menor de grupos funcionales

**Molina., 2003.**La nutrición mineral de los cultivos, debido a la acción complejante que ejercen sus grupos funcionales carboxílicos (COOH) e hidroxílicos (OH).

**Chen y Aviad (1990), Varaninet al. (1995) y Piccoloet al. (1992).**La influencia de las SH en el crecimiento de las plantas.

**Olmos et al., 1998.**En el suelo, estos compuestos mejoran la estructura de los sustratos, incrementan la capacidad de intercambio del suelo y movilizan micronutrientes.

**Benedetti et al. 1990 y 1992; Caccoet al. 1984.** La más aceptada por la comunidad científica, es la hipótesis que asigna a las SH “efectos directos”.

**Visser., 1985.**Las SH son capaces de alterar la absorción de micronutrientes por las raíces.

**García., 1990.** El peso molecular de las fracciones húmicas.

**Piccoloet al. 1992.** El peso molecular de las fracciones húmicas.

**Ramos, 2000; Vivas, 2001.**Ácidos Húmicos.

**Young et al., 1997.**

**Galstonet al., 1990, Nardiet al. 1994.**La aplicación foliar de SH a *Agrostisstolonifera* L.

**Guminsky et al., 1983.**El efecto estimulante de las sustancias húmicas.