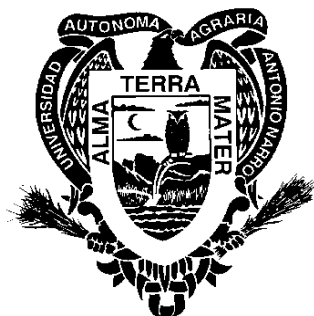


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**Efectividad de Substancias Húmicas de Leonardita en la Producción y Calidad de
Chile Jalapeño**

POR:

MA JULIETA MORENO MONSIVAIS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**Buenvista, Saltillo, Coahuila Méx.
Enero del 2013**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Efectividad de Substancias Húmicas de Leonardita en la Producción y Calidad de Chile
Jalapeño

Por:

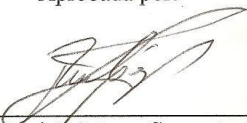
MA JULIETA MORENO MONSIVAIS

Tesis

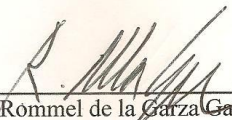
Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para
obtener el título de:


INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:


Dr. Rubén López Cervantes
Asesor Principal


Dr. Edmundo Peña Cervantes
Sinodal


MC. Rommel de la Garza
Sinodal


MC. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero del 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud, fuerza y voluntad, para alcanzar lo que en principio se encontraba distante y ahora por fin veo culminar una de mis metas.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por el espacio dado para realizar mis estudios, a cada uno de los profesores que me transmitieron sus conocimientos en el transcurso de mi carrera, para mi formación profesional.

A mi familia por confiar en mí, por su cariño, sus palabras, su consejo y por apoyarme durante toda mi carrera.

A la familia Moreno Ramírez, por su apoyo y por brindarme su casa.

Al Dr. Rubén López Cervantes por su tiempo, paciencia y por apoyarme en el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Edmundo Peña Cervantes y al M.C. Rommel de la Garza Garza, por su accesibilidad y por brindarme su colaboración en la revisión de este trabajo.

DEDICATORIAS

Con amor y respeto a mis padres, Sra. Alicia Jacinta Monsiváis Soto y Sr. J. Melquiades Moreno Juárez, por su apoyo brindado para alcanzar esta meta.

A mis hermanos con cariño y aprecio, por su apoyo, sus consejos y por alentarme para seguir adelante: Estela, Cristina, Rosario, Angélica, Alicia, Adolfo G., J. Melquiades, Hugo, Víctor M., J. Francisco, J. Matilde.

A mis sobrinos con cariño: Diego, C. Antonio, H. Rafael, Gustavo, Emmanuel, Alexander, Edgar, Eduardo, J. Guadalupe, F. Xavier, Daniela G., Valeria, Alondra E., E. Zarahí, Abigail, Fernanda, Edna A.

A la familia Mejía Salazar, porque de alguna manera contribuyeron para que ahora me encuentre en esta etapa de mi vida.

A mis amigas Ángeles, Marisela, Elvia y Rosa F., por creer en mí, por sus buenos deseos, por su amistad y aprecio sincero.

A mis compañeros y amigos de generación, por los momentos de trabajo y alegría compartidos. Suerte a todos!

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Chile Jalapeño.....	4
Origen.....	4
Importancia.....	4
El Hierro en la Nutrición Vegetal.....	5
Las sustancias húmicas.....	7
Los Ácidos Fúlvicos.....	8
Efecto de los Ácidos Fúlvicos en la Planta.....	9
Los Ácidos Húmicos.....	10
Efecto de los Ácidos Húmicos en la Planta.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Localización del área experimental.....	12
Características del Chile Jalapeño Variedad M.....	12
Características de las Sustancias Húmicas.....	12
Metodología.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
CONCLUSIÓN.....	30
LITERATURA CITADA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Algunas características del suelo Calcisol, empleado en el experimento.....	13
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos adicionados al cultivo de chile jalapeño, variedad M.....	14
Cuadro 3. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el primer corte.....	16
Cuadro 4. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el segundo corte.....	18
Cuadro 5. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el tercer corte	20
Cuadro 6. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el cuarto corte.....	22
Cuadro 7. Análisis de varianza de la vitamina C del fruto de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.....	23
Cuadro 8. Análisis de varianza de la altura de planta del chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.....	24
Cuadro 9. Análisis de varianza de la cobertura vegetal de la planta de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.....	25
Cuadro 10. Análisis de varianza del diámetro del tallo de la planta de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.....	26
Cuadro 11. Análisis de varianza del contenido de hierro del tejido vegetal de la planta de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vitamina C del fruto de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.....	23
Figura 2. Altura de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.....	24
Figura 3. Cobertura vegetal de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.....	25
Figura 4. Diámetro del tallo de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.....	26
Figura 5. Contenido de hierro del tejido vegetal de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.....	27

RESUMEN

Con el fin de determinar la efectividad de sustancias húmicas de Leonardita, sobre la producción y calidad del Chile Jalapeño (*Capsicum annuum. L.*) bajo condiciones de invernadero, se sembraron semillas de la variedad “M” en charolas de poliestireno de 200 cavidades. Cuando la plántula tenía dos pares de hojas verdaderas, se trasplantó a macetas de plástico, con 25 kg del horizonte Ap de un Calcisol y se les adicionaron 4 ml.litro⁻¹ de agua de un ácido húmico de leonardita (AH), mezclado con cuatro dosis de sulfato ferroso (SF); dos ácidos fúlvicos (AF): uno solo y otro con nitrato de calcio y un control (C) que fue una solución nutritiva completa. Las variables medidas a la planta fueron: altura (AP), diámetro de tallo (DT), cobertura vegetal de follaje (CV) y el contenido de hierro del tejido vegetal (Fe); mientras que al fruto: longitud (LF), diámetro (DF), peso (PF), número (NF) y vitamina C (VC). Se encontró que con los AH y la dosis más baja del SF, la AP y la CV superaron al control, lo mismo sucedió con el DT y Fe, al aplicar la dosis alta de SF. Las variables que superaron al control al aplicar el ácido fúlvico sin calcio, fueron AP, DT y CV baja del SF, en la CV los mismos compuestos y la dosis alta del SF y en el DT y Fe, con los AH. Se concluye que los ácidos húmicos, mezclados con hierro, provocaron efecto positivo en el contenido de vitamina C, altura de planta, diámetro de tallo, cobertura vegetal y cantidad de hierro en el tejido vegetal de follaje; mientras que los ácidos fúlvicos solos, la efectuaron en el diámetro, longitud, peso y número de frutos.

Palabras clave: *Capsicum annuum L.*, ácidos fúlvicos.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la gran variedad de tipos de chile que se cultivan en México, el jalapeño es uno de los de mayor importancia socioeconómica por su amplio consumo, alta redituabilidad y gran demanda de mano de obra. Anualmente en el país, se siembran alrededor de 40 mil hectáreas, con un rendimiento medio de 12 toneladas por hectárea y un volumen de producción de 600 mil toneladas. De esta se exportan a los Estados Unidos cerca de 30 mil toneladas (cinco por ciento), principalmente en la época que comprende de enero a abril.

La producción de chile jalapeño, en México, se incrementa entre 9.5 y 12 por ciento anualmente. La producción bajo condiciones de riego en el año 2010 fue de 662,116.40 toneladas y de temporal en el mismo año fue de 50, 478.17 toneladas (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesa y Alimentación-SAGARPA, 2010). Esta hortaliza representa una fuente importante de empleo, así como también una entrada de divisas para el país. Los principales estados productores de esta hortaliza son: Sinaloa, Chihuahua, Tamaulipas y Veracruz.

En el norte del país predominan los suelos de tipo calcisol los cuales poseen un pH entre 7.8 y 8.7, mas de 30 por ciento de carbonatos de calcio libres, cantidades inferiores al uno por ciento de materia orgánica, la fracción arcilla es dominada por las illitas y montmorillonitas (FAO/UNESCO, 1994), esto ocasiona la fijación de cationes metálicos como el hierro (Fe). Este micronutriente, es uno de los de mayor importancia en la nutrición vegetal, ya que interviene en la constitución química de la molécula de clorofila y forma parte de enzimas y sustancias metabólicas que intervienen en la fotosíntesis, pero, la falta de éste provoca el problema conocido como clorosis férrica. En muchas especies la clorosis es intervenal y en las hojas recientemente formadas se puede observar un patrón de fino reticulado, las venas más verdes contrastan notablemente contra un fondo verde ligero o amarillento (Mengel y Kirkby, 2001).

En la actualidad, existen distintos productos para corregir las carencias de hierro, los que se pueden aplicar vía foliar o en el riego por goteo, a estos productos se les conoce como quelatos de hierro; esto es, una molécula orgánica sintética (DTPA, EDTA, EDDHA, etc.) que rodea y enlaza por varios puntos a un ion metálico, de

manera que lo protege de cualquier acción desde el exterior, al evitar su hidrólisis y/o precipitación (Cadaña *et al.* 1997), si bien, estos son muy efectivos su costo es elevado, por lo que se requieren alternativas que sean económica y ecológicamente factibles; es decir amigables con el medio ambiente.

Toda materia orgánica, sin descomponer, presenta el proceso de humificación y como resultado de éste, se forman las sustancias húmicas (SH): se clasifican en ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). 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 oxhidrilos fenólicos (OH) y para los segundos, los grupos carboxilos (-COOH), porque más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados (Schnitzer, 2000).

Dentro de las modalidades de producción, la utilización de sustancias orgánicas en los programas de fertilización, ha dado resultados satisfactorios, debido a esto su uso se ha incrementado en los sistemas de producción de agricultura orgánica, ya que además de presentar un aumento considerable en los rendimientos, parte de la población preocupada por su salud desea consumir productos de buena calidad, además el uso de productos orgánicos, también beneficia al medio ambiente.

OBJETIVO

Determinar la efectividad de sustancias húmicas de leonardita, en la producción y calidad del chile jalapeño (*Capsicum annuum. L.*).

HIPÓTESIS

Las sustancias húmicas de leonardita, tienen efecto positivo en el chile jalapeño, al aumentar la producción y calidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Chile Jalapeño (*Capsicum annuum L.*)

Origen

Dentro de las especies cultivadas de Chile, el género *Capsicum annuum L.* es el más ampliamente conocido y el de mayor importancia económica, ya que su distribución es mundial (Pickersgill, 1971).

El género *Capsicum* es originario de la parte sur de Brasil. El centro de domesticación de esta especie se encuentra en Centroamérica y México. La mayoría de las especies de Chile actualmente cultivadas se consideran originarias de América Central (Valadez, 1997). El Chile fue introducido a España por Colón en 1493. Los portugueses transportaron *Capsicum* desde Brasil a la India antes de 1885. En China el cultivo fue reportado a finales del año 1708 (Grenleaf, 1986). Ahora se le encuentra cultivado en otras partes del mundo como, Japón, Corea del Sur, Corea del Norte, Indonesia, Pakistán, Hungría, Sri Lanka, Estados Unidos, Uganda y Nigeria.

Importancia

En México, el cultivo del Chile ha tenido gran trascendencia social, económica y cultural desde épocas prehispánicas, se cultiva desde el nivel del mar en las costas del Golfo de México y del Pacífico, hasta una altitud de dos mil quinientos metros. El cultivo del Chile representa un importante rubro económico para el sector agrícola de México, por el alto valor de su producción y la derrama económica que genera en las regiones donde se produce, principalmente en empleos, insumos, servicios y transporte. Los frutos son ricos en fibra, vitaminas A y C, se consumen en fresco, procesados en encurtidos y en escabeche.

México es uno de los países más importantes en la producción de Chile, aportando 712,594.57 toneladas anuales (SIAP-SAGARPA, 2010). Del total de la producción nacional, aproximadamente el cinco por ciento se exporta a EE.UU., es actualmente una de las especies más importantes que condimenta los alimentos. Para varios estados del país es el producto agrícola más importante desde el punto de vista económico, por el alto valor de su producción y el impacto social que representa, por la generación de empleos en el medio rural y la activación económica de otros sectores como son; transportistas, procesadores, proveedores de recursos y prestadores de

servicios. En las regiones donde se produce este cultivo, se estima que son necesarios de 200 a 350 jornales por año para las labores del cultivo y cosecha (Pozo, 2004).

El Hierro en la Nutrición Vegetal

El hierro (Fe) en el suelo se origina de los minerales primarios como biotita, olivino, goethita, limonita, magnetita y hematina y en minerales secundarios tales como: sulfuros, sulfatos y carbonatos de Fe. Los suelos de la región Norte de México, cubren aproximadamente un tercio del país y se presentan predominantemente en regiones que reciben menos de 500 mm de precipitación anual. Se caracterizan por presentar un pH alto (de 7 a 9) y un contenido significativo de carbonatos libres (Brown y Jolley, 1989). Para Castellanos *et al.*, (2000), el Fe es el cuarto elemento en la composición de la corteza terrestre y representa el cinco por ciento de ésta. La reserva total en el suelo es del orden de 0.7 a 55 por ciento, sin embargo, el Fe intercambiable va de sólo 1 a 1000 mg kg⁻¹ y el soluble de < 0.1 a 25 mg kg⁻¹.

El Fe es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, después del oxígeno, sílice y aluminio. En su gran mayoría se encuentra formando silicatos de ferromagnesio, la degradación de estos materiales en el suelo está normalmente acompañado por una combinación de hidrólisis y oxidación debido a la reacción con el agua y el aire. La mayor parte del Fe liberado por degradación, se precipita como óxido e hidróxido y sólo una pequeña parte está incorporado en minerales silicatados secundarios o complejados por la materia orgánica del suelo (Schwermann y Taylor, 1977).

El Fe en la planta es importante para la formación de clorofila y proteína, en la fotosíntesis, la respiración y fijación de nitrógeno, entre otros. Los metales como el Fe, Cu y Mn, se pueden encontrar en combinación con enzimas proteicas y pueden servir como transmisores de electrones en una cadena de procesos metabólicos, gracias a la cual se oxidan los substratos orgánicos, además el Fe soluble contenido en el suelo, representa una pequeña parte del total y las formas solubles inorgánicas en solución son: Fe⁺³, Fe⁺² y en menor escala Fe (OH)₃ (André, 1988). Por su parte Jones *et al.*, (1991) comentan que el Fe existe en el suelo como cationes férrico (Fe⁺³) y ferroso (Fe⁺²). Ésta última es la forma activa que toman las plantas y su disponibilidad es afectada por el grado de aireación del suelo. Además argumentan que las plantas con suficiente Fe acidifican la rizósfera cuando se descargan sustancias compuestas de Fe y mejoran su disponibilidad y extracción.

Las raíces lo toman como Fe^{+2} o en la forma de quelato. La absorción de Fe inorgánico está ligada a la capacidad de las raíces para reducir el pH y reducir el Fe^{+3} a Fe^{+2} en la rizósfera. Dentro de los procesos fisiológicos, participa en la cadena de transporte de electrones en la fotosíntesis, así como en el metabolismo de las proteínas. Como un transportador de electrones, está involucrado en las reacciones de óxido-reducción y es también un componente de las hemo-proteínas como los citocromos, que son constituyentes de los sistemas de óxido-reducción en los cloroplastos, en las mitocondrias y también es un componente de la cadena de óxido-reducción en la nitrato-reductasa. Otras hemo-enzimas son la catalasa y las per-oxidasas (André, 1988).

En condiciones de deficiencia de Fe, la actividad de ambas enzimas disminuye. La catalasa juega un papel en la fotorrespiración y en el ciclo de Calvin. Las peroxidasas son necesarias en la biosíntesis de lignina y suberina (Marschner, 1995). Jones *et al.* (1991), reportaron que el Fe es un componente de la proteína ferredoxina y se requiere para la reducción de sulfatos y nitratos, en la asimilación de nitrógeno, en la producción de energía (NADP) y funciona como catalizador de un sistema enzimático asociado con la formación de clorofila. En general, la cantidad de Fe requerida por un cultivo por temporada de crecimiento es de 5 - 10 kg ha⁻¹ (Olsen *et al.*, 1981).

En muchas especies la clorosis es intervenal y en las hojas recién formadas se puede observar un patrón de fino reticulado, las venas más verdes contrastan notablemente contra un fondo verde ligero o amarillo (Mengel y Kirkby, 2001). Cuando la deficiencia es ligera, se presenta un color pálido en las hojas terminales, después se presenta una clorosis intervenal y cuando la clorosis es grave, las nervaduras principales y la hoja pueden carecer totalmente de la clorofila. La clorosis de Fe afecta generalmente muy poco a las plantas de cultivo extensivo. Los cultivos más sensibles son soya, coliflor, col, remolacha azucarera, espinaca, tomate, sorgo, arroz y en menor grado trigo y maíz (Loué, 1988). La deficiencia de Fe con frecuencia está relacionada a suelos con alto pH, carbonatos de calcio libres, altos contenidos de fósforo y pobre aireación (Bennett, 1993). La interacción entre el Fe y el fósforo (P) es la más importante, ya que éste reduce la movilidad de aquél.

Mengel y Kirkby (2001), establecen que la relación de P/Fe es frecuentemente alta en las hojas cloróticas en comparación con el tejido verde, por lo tanto, la concentración de Fe total considerada sola, es de poco uso en los estudios de clorosis,

ya que los niveles de Fe pueden ser incluso más elevados en los tejidos cloróticos. Para Marschner (1995), en muchas ocasiones el contenido de Fe en las hojas cloróticas, es similar o incluso superior al de las hojas verdes, lo que se puede presentar por la inactivación de este elemento en la planta, por un alto suministro de P o de distintas formas de nitrógeno en suelos calizos o por limitaciones que se producen en el crecimiento vegetal.

La forma para corregir la carencia de Fe, es por medio de aplicaciones al suelo, vía foliar o riego por goteo; de productos que se les conoce como quelatos de Fe (EDTA, DTPA, HEDTA o EDDHA), sales de Fe, además se pueden aplicar ácidos como el fosfórico, sulfúrico y nítrico o bien hidróxido de potasio, en el agua de riego para suelos ácidos (Zuang, 1982). Su acción consiste en que una molécula orgánica sintética rodea y se enlaza por varios puntos a un ion metálico, de manera que lo protege de cualquier acción desde el interior, evitando su hidrólisis y precipitación (Cadahía, 1998).

Las Substancias Húmicas

La materia orgánica (MO) del suelo, es considerada como factor esencial para la fertilidad del mismo, por su gran cantidad de atributos benéficos. De ella derivan un grupo de sustancias que por sus propiedades han sido objeto de investigaciones y se encuentran presentes en todos los suelos, sedimentos y aguas (McCarthy *et al.*, 1990).

Las SH se clasifican en AH, AF y huminas residuales, acorde a su solubilidad en ácidos o álcalis 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).

El humus está formado por sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, alto peso molecular, naturaleza coloidal, muy resistentes al ataque por los microorganismos del suelo y con propiedades ácidas.

Se puede decir que los AH son macromoléculas más grandes que los AF, presentan un contenido considerable en carbono y nitrógeno, contrario a los AF que

presentan un porcentaje alto de oxígeno en sus estructuras. El tener un contenido superior de oxígeno lleva a que su acidez sea alta, permitiéndole mejor capacidad de retención de metales. Mientras que el peso mayor de los AH conlleva a una serie de propiedades relacionadas con el estado coloidal, muy diferente a los AF que tienen: elevado poder de intercambio catiónico y mayor poder de retención de agua.

Las SH presentan efectos fisiológicos en la planta. Esto implica que la planta absorbe dichas sustancias. Los AH se desplazan a la parte aérea en menor cantidad que los AF, siendo estos últimos los que la planta absorbe mejor.

Las SH ejercen un efecto favorable sobre la toma y contenido de nutrientes. Pueden influir directamente en la toma de micronutrientes debido a su capacidad de formar complejos con cationes como hierro, manganeso, zinc, etc., aumentan la solubilidad del Fe en la disolución del suelo y mejoran su traslocación en el interior de la planta. <http://www.cannarias.com/foros/archive/index.php?t-1940.html> (2012).

Stevenson (1972), menciona que las SH influyen de forma directa sobre el crecimiento debido a que contribuyen positivamente en los efectos fisiológicos y nutricionales de las plantas, además de que le proporcionan nitrógeno, fósforo y azufre para sus funciones biológicas

Pimienta (2004), concluye que las aplicaciones de AH y AF tienen efectos en la altura de las plantas, diámetro de tallos y en la biomasa. Resultados de combinaciones de las sustancias húmicas de origen orgánico con fertilizantes inorgánicos, resultan favorables para mejorar la nutrición que se manifiesta en el crecimiento, desarrollo y calidad de plántula.

Los Ácidos Fúlvicos

Stevenson (1994), los define como la fracción soluble a cualquier valor de pH, tienen menor peso molecular, mayor contenido de oxígeno y menor contenido de C y N y menor grado de polimerización que los AH (Calace *et al.*, 2000). De igual forma son la fracción más ácida y con mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC), debido a que éstos presentan mayor contenido en grupos carboxílicos e hidroxílicos (Steelink, 1985).

Los AF contienen una gran cantidad de grupos aniónicos COOH y OH, que permiten: formar complejos estables (quelatos) con gran cantidad de cationes minerales (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} , Fe^{+2} ,...). Esto permite incrementar la capacidad de intercambio catiónico y contribuye a que los elementos minerales del suelo estén disponibles para la planta, aumenta la separación entre las arcillas (debido a las cargas negativas), favoreciendo la porosidad, aumenta la capacidad de amortiguación del suelo y permite inmovilizar los iones tóxicos presentes en el suelo. (EDEN & AGROMETODOS, 2006).

Villalpando (2002), menciona que los resultados de algunos experimentos indican que los AF tienen efectos ligeramente superiores a los AH en el crecimiento y desarrollo del tomate, por esta razón son importantes las concentraciones de este material, porque disminuye la respuesta a elevadas concentraciones.

Efectos de los Ácidos Fúlvicos en la Planta

Una de las principales propiedades que se les atribuyen a los AF y AH, es que mejoran la estructura del suelo reduciendo la compactación, incrementa la retención de agua, facilitan la absorción de nutrimentos y reducen las pérdidas por lixiviación, esto beneficia a las plantas en condiciones adecuadas de nutrición vegetal. Asimismo los AF inducen el crecimiento vegetal al aplicarlos al suelo y plantas, además permite reducir las dosis de algunos agroquímicos al elevar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Narro, 1997).

Aza (2001), realizó dos experimentos con tomate, en invernadero, donde determinó el efecto de AF de dos orígenes, uno de Leonardita y el otro extraído de composta, encontró que estos tienen efectos positivos al incrementar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento respecto al testigo, al que solo se le aplicó solución nutritiva.

Gutiérrez (2001), concluye que independientemente del origen de los AF, estos tienen efecto en el crecimiento de plántula de tomate, porque incrementa la longitud de raíz y tallos; por su parte Frías (2000), realizó un experimento en el cultivo de tomate aplicando AF y no encontró significancia estadística de su efecto sobre la altura de la planta, pero numéricamente el mayor resultado se obtuvo con la aplicación de solución nutritiva al 100 por ciento + 0.2 cc de AF.

Los Ácidos Húmicos

Los AH, son sustancias que se encuentran presentes en el humus, se forman durante la primera fase de humificación (proceso de la transformación de la materia orgánica en humus), en la segunda fase se degrada el AH y se forma el AF mediante la oxidación química y/o enzimática. Las SH al solubilizarse en álcali y en ácido, se dividen en AH, fúlvicos y huminas (Omega Agroindustrial, 1989). Se reporta que los compuestos húmicos son sustancias ácidas de color oscuro, aromáticas y contienen C, H, O, N y S, son ricos en radicales fenólicos, alcoholes, y grupos cetónicos(C=O). El 55 por ciento del peso del AH, está formado por estructuras aromáticas, comúnmente sustituidas por COOH Y OH.

Mejoran la estructura del suelo. Las cadenas de carbono orgánico se curvan y enredan formando retículos esponjosos de gran estabilidad, permitiendo mejorar la porosidad y la aireación del suelo. Además incrementan la capacidad de retener agua del suelo y pueden adherir a su superficie una gran cantidad de agua igual a 6 veces su peso, mejoran la cohesión entre las partículas del suelo y protegen de la erosión, aumentan la radiación interceptada por el suelo, gracias al color oscuro que presentan, regulan la oxidación del suelo en momentos de deficiencia de O₂, facilitando la respiración en forma de humatos. (EDEN & AGROMETODOS, 2006).

Los AH están compuestos por una compleja mezcla de materia orgánica parcialmente descompuesta. Estos ácidos tienen la habilidad de quelatar positivamente los iones cargados, como elementos minerales, que son absorbidos por las plantas. Esta quelatación natural les da a las plantas tanto vitaminas como minerales y ayuda a incrementar su biohabilidad protectora (Scott, 1990; citado por Facio, 2001).

Efectos de los Ácidos Húmicos en la Planta

Los AH incrementan la permeabilidad de las membranas, favoreciendo la asimilación radical y la aplicación foliar de nutrimentos. Ayuda en la traslocación de macro y microelementos dentro de la planta mejorando su nutrición, acelerando la fotosíntesis e incrementando la clorofila, reflejando un aumento en la producción. Las SH actúan directamente en el crecimiento de las plantas (Narro, 1987).

García (1992), expone que los AH presentan ciertos efectos en la planta, el traslado de nutrimentos desde la raíz hasta la parte aérea y del exterior de las hojas a los

lugares de acumulación; son activadores y estabilizadores de algunas enzimas; favorecen el desarrollo temprano de las plantas, recuperando la tensión (estrés) de trasplante y se obtiene mayor expansión foliar e incremento del sistema radical.

Carlo, (1992), menciona que los AH foliares mejoran la altura de las plantas en el cultivo del brócoli, por su parte De la Cruz (1992), combinó AH y fertilizantes inorgánicos, incrementando el crecimiento de plántula de melón y Facio (2001), de tomate; también en pruebas con el humitrón (AH de Leonardita) y fultrón plus, se incrementaron de un 8.33 por ciento hasta un 15.47 por ciento la altura de la planta de tomate respecto al testigo (Barenque, 1991).

Kuawatsuka *et al.*, (1978), mencionan que aplicando AH se incrementan las producciones en los cultivos y se da un mayor desarrollo radical así como un aumento en el área foliar.

En un experimento realizado bajo condiciones de invernadero, aplicando fulvatos de hierro y AH en tomate, Cuevas (2001), concluyó que al aplicarse solo el fulvato de hierro este se comportó de forma similar a los quelatos comerciales (Secuestrene 138 y Secuestrene 330) en el control de clorosis férrica. Sin embargo, las combinaciones de 0.15 g de AH + 3.5 cm³ L⁻¹ de fulvato de hierro aplicado vía suelo o la aplicación vía foliar de 5 cm³ L⁻¹ de fulvato de hierro, incrementaron significativamente la producción de fruta con calidad de exportación en suelo calcáreo y arena sílica, superando a los quelatos comerciales.

Resultados similares obtuvo Mendieta (2001), cuando aplicó 2 cm³ L⁻¹ de fulvato de hierro y 3.5 cm³ L⁻¹ de fulvato de hierro + 2 cm³ L⁻¹ de AH. La dosis de 2 cm³ L⁻¹ de fulvato de hierro, produjo una respuesta superior en altura de planta y diámetro de cobertura, el testigo presentó un diámetro de tallo mayor, la cantidad de materia seca de raíz y follaje se obtuvo con la dosis de 3.5 cm³ L⁻¹ de fulvato de hierro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área Experimental

El trabajo, se realizó en uno de los invernaderos del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del *Campus* Sede 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.

Características del Chile Jalapeño de la Variedad M

La variedad M se caracteriza por ser una variedad de tipo picante, el fruto es carnoso de forma alargada y alcanza entre los 5 y 7 cm de longitud, el diámetro va de 2 a 2.5 cm. El color del fruto es verde que vira a un rojo intenso una vez maduro. La planta tiene tallos compuestos por ramas que llegan a alcanzar 1.5m de longitud; las flores son pequeñas de color blanco y el fruto se emplea en mercado fresco e industrializado. El tiempo desde trasplante a madurez es de 70 a 80 días aproximadamente, con la fructificación continua. El rendimiento es de entre 25 y 35 frutos por planta. La temperatura óptima para su germinación oscila de 15 a 18 °C y requiere de suelos limo - arenosos con buena fertilidad nativa del suelo.

Características de las sustancias húmicas

Los ácidos húmicos (AH), se denominan Organic Field Suelo y poseen: pH = 8.3; Conductividad eléctrica = 5.4 dS.cm; Ácidos húmicos =14.5 %; Ácidos fúlvicos = 0 % Materia orgánica = 2.35 %; Nitrógeno total = 0.37 %; Fosforo = 0.19 % y Potasio = 0.78 %.

Los ácidos fúlvicos (AF) se denominan Organic Field Planta y tienen: pH = 6.2; Conductividad eléctrica = 0.2 dS.cm; Ácidos húmicos = 0 %; Ácidos fúlvicos = 33.5 %; Materia orgánica = 1.43 %; Nitrógeno total = 0.21 %; Fósforo = 0.18 %; Potasio = 0.86 %.

Metodología

El experimento inició en febrero del 2011 y concluyó en agosto del mismo año. En charolas de poliestireno de 200 cavidades, se empleó la mezcla de peat moss con perlita (relación 1:1 v/v) como sustrato. Semillas de chile jalapeño de la variedad M, fueron sembradas, para la producción de plántula. Cuando la plántula presentó un par de hojas verdaderas (8-10 cm de longitud), bien desarrolladas, se trasplantaron a macetas de plástico que contenían 250 g del mismo sustrato. Una vez que la plántula alcanzó la altura de 15 cm se trasplantó en macetas de plástico con 25 kg del horizonte Ap de un Calcisol (Cuadro 1), colectado en el área experimental denominada “El Bajío” del *Campus* Sede de la UAAAN. Dos días después del trasplante y en dos ocasiones posteriores; es decir, a los 15 y 30 días, se aplicaron los tratamientos que se presentan en el Cuadro 2. La solución nutritiva empleada como control fue: 0.6 g de nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), 0.3 g de fosfato monoamónico (MAP), 0.3 g de sulfato de potasio (K_2SO_4), 0.2 g de sulfato ferroso (FeSO_4), 0.2 g de sulfato de cobre (CuSO_4), 0.2 g de sulfato de zinc (ZnSO_4), 0.1 g de ácido bórico (H_3BO_3), por litro de agua. Los riegos aplicados, al inicio fueron cada tercer día, pero conforme la planta se desarrolló, se aplicaron diariamente.

Cuadro 1. Algunas características del suelo Calcisol, empleado en el experimento.

Característica	Resultado
Textura	Franco – arcillosa
Densidad aparente	0.98 g.cm ⁻³
Materia orgánica	4.15 %
Carbonatos totales	61.8 % Extremadamente alto
pH	8.12 Fuertemente alcalino
Salinidad (CE – extracto)	1.67 dS/m ⁻¹
Capacidad de intercambio catiónico	19.9 meq/100 g de suelo

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos adicionados al cultivo de chile jalapeño, variedad M.

Número	Tratamiento	Dosis
1	AH + SF1	4 ml + 10.45 g
2	AH + SF2	4 ml + 2.47 g
3	AH + SF3	4 ml + 0.4 g
4	AH + SF4	4 ml + 0.2 g
5	AH + 0	4 ml
6	AF + NCa	4 ml + 27.70 g
7	AF + 0	4 ml
8	Control	Solución Nutritiva

* AHSF = ácidos húmicos mas sulfato ferroso (SF)

AFNCa = ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio (NCa).

El trabajo se estableció de acuerdo a un Diseño Experimental de Bloques al Azar, con ocho tratamientos y seis repeticiones. Las variables evaluadas al fruto fueron: número (NF), peso (PF), longitud (LF), diámetro ecuatorial (DE), Vitamina C (VC); mientras que a la planta: cobertura vegetal (CV), altura (AP), diámetro de tallo (DT) y el contenido de hierro del tejido vegetal de follaje (Fe), este ultimo utilizando el Espectrofotómetro de Absorción Atómica, el modelo varia. A 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 esto se empleó el Paquete Estadístico MINITAB, versión 15 en español para computador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer corte, para el DE, los tratamientos realizaron efecto significativo (Cuadro 3). El efecto superior se presentó al adicionar 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos solos, porque sobrepasó al control en 5.82 por ciento. Aquí, conforme disminuyó la adición de sulfato ferroso, los valores de la variable también descendieron; pero, con la aplicación de los ácidos fúlvicos solos mas nitrato de calcio, aumentaron.

En la variable DE, los tratamientos registraron efecto significativo (Cuadro 3). El efecto superior se presentó al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, sobrepasó a los 4 ml de ácidos húmicos solos, por 0.35 cm; además aventajó al control por 0.16 cm, en esta se observa también que el control se adelantó a la dosis de ácidos húmicos mas 0.4 g de sulfato ferroso por 0.45 cm. Mientras que al adicionar 4 ml de ácidos húmicos más 10.45 g de sulfato ferroso, se obtiene una diferencia de 0.36 cm comparado con la aplicación de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.4 g de sulfato ferroso. Al agregar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, se superó a los ácidos fúlvicos más nitrato de calcio, dando como resultado la obtención de un fruto con diámetro más grande, lo cual es muy bueno, ya que esta variedad se emplea en la industria de enlatados.

La mayor LF, se presentó con la aplicación de ácidos fúlvicos solos a razón de 4 ml.litro⁻¹ de agua, ya que se adelantó al control en 3.81 por ciento. El control sobrepasó en 77 por ciento a la adición de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos más 0.4 g.litro⁻¹ de agua del sulfato ferroso; aquí los tratamientos no registraron efecto significativo (Cuadro 3).

Cuando a la LF, se le adicionó 4 ml de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato ferroso, superó a las dosis de ácidos húmicos mas sulfato ferroso y a los ácidos húmicos solos. El mayor valor para la variable, se presentó al aplicar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, aventajó a la aplicación de ácidos húmicos solos por 1.1 cm, y al control por 0.2 cm; además el control superó a las dosis de ácidos húmicos con sulfato ferroso por 1.1 cm; aquí los tratamientos no registraron efecto significativo (Cuadro 3).

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos y repeticiones realizaron efecto significativo en el PF (Cuadro 3). Al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos solos, se incrementó el valor de esta variable, sobrepasó en 221.68 por ciento al control. Al añadir 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos y 2.47 g.litro⁻¹ de sulfato ferroso,

aumentó el valor de la variable en 87.53 por ciento al control. Los valores de las dosis de los ácidos húmicos, superaron al control.

En el PF, los tratamientos y repeticiones realizaron efecto significativo (Cuadro 3). La adición de 4 ml de ácidos húmicos solos, sobrepasó a las dosis de ácidos húmicos más sulfato ferroso y al control por 44.6 g; sin embargo, al agregar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, se consiguió el mayor valor para el PF, superó a la dosis de ácidos fúlvicos más nitrato de calcio por 99.3 g, al control por 89.2 g, a los ácidos húmicos solos y a las dosis de estos con sulfato ferroso.

Respecto al NF, el análisis de varianza indica que hay efecto significativo (Cuadro 3). Al agregar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, se presentó el valor superior de esta variable al adelantarse al control en 218.91 por ciento, los ácidos fúlvicos solos también superaron a los valores de los ácidos húmicos. Asimismo, la adición de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos solos, aventajó al control en 110.81 por ciento.

Los tratamientos y repeticiones produjeron efecto significativo en el NF (Cuadro 3). La dosis de 4 ml de ácidos húmicos solos, se adelantó a las dosis con sulfato ferroso, además sobrepasó al control por seis frutos, por su parte con la adición de los ácidos fúlvicos solos, se consiguió el mayor número de frutos, esta dosis aventajó a la dosis de ácidos fúlvicos más nitrato de calcio por nueve frutos, al control por ocho frutos, a los ácidos húmicos solos y a las dosis con sulfato ferroso.

Cuadro 3. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el primer corte.

Tratamientos	DE (cm)	LF (cm)	PF (g)	NF
AHSF1	1.97 ^{ab}	4.5 ^a	47.77 ^b	4 ^a
AHSF2	1.74 ^{ab}	3.9 ^a	93.51 ^{ab}	6.83 ^a
AHSF3	1.61 ^b	3.83 ^a	78.43 ^{ab}	6.5 ^a
AHSF4	1.78 ^{ab}	4.82 ^a	80.64 ^{ab}	6.33 ^a
AH	1.82 ^{ab}	4.03 ^a	99.92 ^{ab}	7.83 ^a
AFNCa	2.01 ^{ab}	5.1 ^a	45.31 ^b	3 ^a
AF	2.18 ^a	5.17 ^a	144.61 ^a	11.83 ^a
Control	2.06 ^{ab}	4.98 ^a	55.32 ^b	3.67 ^a
ANVA				
F	2.58	1.71	2.08	2.19
P	0.029*	0.138NS	0.072*	0.059*

En el segundo corte, cuando se adicionó 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos y 27.7 g.litro⁻¹ de agua del nitrato de se obtuvo el mayor DE, porque superó en 4.71 por ciento al control. Aquí hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 4).

Al aplicar 4 ml de ácidos húmicos más 0.4 g de sulfato ferroso, se incrementó el valor de el DE, sobrepasó a las dosis de ácidos húmicos solos, a las dosis de ácidos húmicos más sulfato ferroso, al control, a los ácidos fúlvicos solos y a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio, la superó por 0.35 cm. Por su parte los ácidos fúlvicos solos, aventajaron a los ácidos húmicos solos, a las dosis de ácidos húmicos mas 10.45 g, 2.45 g y 0.2 g de sulfato ferroso, a la adición de ácidos fúlvicos mas 27.7 g de nitrato de calcio por 0.28 cm y al control. Aquí hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 4).

La LF, se incrementó al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, porque superó al control en 13.45 por ciento. El control sobrepasó a la adición de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.4 g de sulfato ferroso en 77.55 por ciento; aquí hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 4).

En la LF, al añadir 4 ml de ácidos húmicos más 2,47 g de sulfato ferroso, se adelantó a las dosis de ácidos húmicos más sulfato ferroso, a los ácidos húmicos solos. El valor más elevado para esta variable fue al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, aventajó a todas las dosis, a la dosis de 4 ml de ácidos húmicos con 0.4 g de sulfato ferroso por 1.7 cm. Los tratamientos realizaron efecto significativo (Cuadro 4).

Al aplicar ácidos fúlvicos solos a razón de 4 ml.litro⁻¹ el PF, aventajó 183 por ciento al control. El efecto de los tratamientos fue altamente significativo (Cuadro 4); además, al agregar, la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos y 0.4 g.litro⁻¹ de agua de sulfato ferroso se adelantó 146.63 por ciento al control. Conforme disminuyó la cantidad de sulfato ferroso, se incrementó el valor de la variable.

Al adicionar 4 ml de ácidos húmicos más 0.4 g de sulfato ferroso, el valor sobrepasó por 51.8 g a la dosis de 4 ml de ácidos húmicos con 0.2 g de sulfato ferroso, además superó al control por 54.4 g. El valor superior para el PF, se manifestó al agregar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, se adelantó a la dosis de ácidos fúlvicos mas 27.7 g de nitrato de calcio por 63.3 g, a la dosis de ácidos húmicos solos por 45 g y al control por 67.8 g. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos son altamente significativos (Cuadro 4).

En el NF, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 4). Cuando se aplicó 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos y 0.4 g.litro⁻¹ de agua de sulfato

ferroso, el valor de la variable se incrementó superando al control en 209 por ciento, adelantándose también a las dosis de ácidos húmicos solos y con sulfato ferroso; sin embargo los ácidos fúlvicos solos, aventajaron a los ácidos húmicos solos. Además al añadir ácidos fúlvicos sobrepasó en 196.96 por ciento al control. Los valores de la variable aumentaron cuando decreció la cantidad de sulfato ferroso

Los tratamientos presentaron diferencia significativa (Cuadro 4) en el NF, cuando se aplicó 4 ml de ácidos húmicos más 0.2 g de sulfato ferroso, el valor de la variable aventajó, a las dosis de ácidos húmicos solos y con sulfato ferroso, a los 4 ml de ácidos fúlvicos solos y por seis frutos a la dosis de estos con nitrato de calcio, al control lo sobrepasó por siete frutos.

Cuadro 4. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el segundo corte.

Tratamientos	DE (cm)	LF (cm)	PF (g)	NF
AHSF1	1.85 ^{ab}	4.65 ^{ab}	41.7 ^{ab}	4.5 ^{ab}
AHSF2	1.77 ^{ab}	4.72 ^{ab}	48.99 ^{ab}	5.67 ^{ab}
AHSF3	2.07 ^a	3.75 ^b	91.53 ^{ab}	10.17 ^{ab}
AHSF4	1.85 ^{ab}	3.85 ^{ab}	39.64 ^{ab}	4.17 ^{ab}
AH	1.79 ^{ab}	4.62 ^{ab}	60.04 ^{ab}	6.5 ^{ab}
AFNCa	1.72 ^b	4.08 ^{ab}	35.7 ^b	4 ^b
AF	2 ^{ab}	5.48 ^a	105.04 ^a	9.83 ^a
Control	1.91 ^{ab}	4.83 ^{ab}	37.16 ^b	3.33 ^b
ANVA				
F	3.04	2.57	3.29	2.86
P	0.013*	0.03*	0.009**	0.018*

En el tercer corte, en el DE, los tratamientos no realizaron efecto significativo (Cuadro 5); sin embargo, la adición de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos mas 27.70 g.litro⁻¹ de agua de nitrato de calcio, superó al control en 10.1 por ciento, además en el cuadro se observa que, a mayor cantidad de sulfato ferroso mezclado con ácidos húmicos, los valores del diámetro permanecieron constantes, a menor cantidad, los valores descendieron en esta colecta de fruto.

En el DE, los tratamientos no realizaron efecto significativo (Cuadro 5); sin embargo se puede observar que, al añadir 4 ml de ácidos húmicos más 2.45 g de sulfato ferroso se incrementó el valor de esta variable sobre las dosis de ácidos húmicos solos y

con sulfato ferroso. El valor superior se presentó con la adición de 4 ml de ácidos fúlvicos más 27.7 g de nitrato de calcio aventajó, a todas las dosis.

En la LF, los tratamientos realizaron efecto significativo (Cuadro 5). Al añadir 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos solos, se obtuvo el mayor valor de la variable, superó en 27.56 por ciento al control. Con la adición de 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos y 10.45 g.litro⁻¹ de agua de sulfato ferroso el valor de la variable aventajó en 6.83 por ciento sobre el control; los ácidos fúlvicos solos, sobrepasaron a la adición de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos y 10.45 g por litro de agua de sulfato ferroso en 21.18 por ciento, conforme descendió la cantidad de sulfato ferroso, también disminuyó la longitud, excepto en la dosis de 0.2 g.litro⁻¹ de sulfato ferroso.

Para la LF, los tratamientos realizaron efecto significativo (Cuadro 5). En el cuadro se aprecia que el valor de la variable descendió, conforme la cantidad de sulfato ferroso disminuyó. El valor más grande para esta variable fue con la adición de 4 ml de ácidos fúlvicos solos, superó a la mezcla de ácidos fúlvicos más nitrato de calcio por 1.6 cm, al control por 1.2 cm, a los ácidos húmicos solos por 2.2 cm y a las dosis de ácidos húmicos más sulfato ferroso.

Cuando se añadió 4 ml de ácidos fúlvicos solos, sobrepasó al control en 162 por ciento. Aquí la aplicación de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos mas 0.4 g.litro⁻¹ de agua de sulfato ferroso, adelantó al control en 94.63 por ciento. Los ácidos fúlvicos solos aventajaron a los ácidos húmicos mas sulfato ferroso. El efecto de los tratamientos y repeticiones es altamente significativo (Cuadro 5); además al descender la cantidad de sulfato ferroso, aumentó el PF.

Para el PF, el análisis de varianza indica efecto altamente significativo (Cuadro 5). Al adicionar 4 ml de ácidos húmicos con 0.4 g de sulfato ferroso, se adelantó por 45.5 g, a la dosis con 10.45 g de sulfato ferroso, a los ácidos húmicos solos por 18.6 g, además sobrepasó al control por 63.5 g y a la dosis de ácidos fúlvicos más nitrato de calcio por 80 g; sin embargo, el valor mayor para esta variables se presentó cuando se adicionó 4 ml de ácidos fúlvicos solos, esta dosis aventajó a los ácidos húmicos solos por 60.4 g, a la dosis de ácidos húmicos más 10.45 g de sulfato ferroso por 87.3 g, al control por 105.3 g y a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio por 122.1 g.

El análisis de varianza del NF, revela efecto significativo (Cuadro 5). Cuando se agregó 4 ml.litros⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos solos, el valor de esta variable fue 204.25 por ciento sobre el control, superó a los ácidos húmicos solos; sin embargo aventajó al control; además la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos mas 0.4 g.litro⁻¹ de

agua de sulfato ferroso sobresalió al control en 148.93 por ciento, también se adelantó a todas las dosis de ácidos húmicos. Conforme disminuyó la dosis de sulfato ferroso y ácidos húmicos, el valor de esta variable aumentó.

De acuerdo al análisis de varianza del NF, revela efecto significativo (Cuadro 5). Cuando se agregó 4 ml de ácidos húmicos mas 0.4 g de sulfato ferroso, el valor de la variable fue de cuatro frutos sobre la dosis, con 10.45 g de sulfato ferroso, además adelantó al control y a la dosis de ácidos fúlvicos más nitrato de calcio por siete frutos. Al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, se consiguió el mayor valor para esta variable, superó a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio por 10 frutos, al control por nueve frutos, a los ácidos húmicos solos por seis frutos y a las dosis de ácidos húmicos más sulfato ferroso.

Cuadro 5. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el tercer corte.

Tratamientos	DE (cm)	LF (cm)	PF (g)	NF
AHSF1	2 ^a	5 ^{ab}	72.9 ^a	7 ^{ab}
AHSF2	2.04 ^a	4.72 ^{ab}	90.92 ^a	8.67 ^{ab}
AHSF3	1.99 ^a	4.22 ^b	116.02 ^a	11.67 ^{ab}
AHSF4	1.85 ^a	4.32 ^{ab}	92.9 ^a	9.17 ^{ab}
AH	1.77 ^a	3.73 ^b	86 ^a	8.17 ^{ab}
AFNCa	2.18 ^a	4.4 ^{ab}	43.87 ^a	4.5 ^b
AF	2.05 ^a	5.97 ^a	156.22 ^a	14.33 ^a
Control	1.98 ^a	4.68 ^{ab}	59.6 ^a	4.67 ^b
ANVA				
F	0.7	3	2.09	2.5
P	0.675NS	0.015*	0.07*	0.033*

En el cuarto corte, en el DE, los tratamientos registraron efecto altamente significativo (Cuadro 6). El diámetro mayor se presentó con el control, superó en 83.94 por ciento a la adición de 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos y 0.4 g.litro⁻¹ de sulfato ferroso; Sin embargo la adición de ácidos fúlvicos solos descendió ligeramente respecto al control.

Los tratamientos registraron efecto altamente significativo (Cuadro 6). En el DE, al aplicar 4 ml de ácidos húmicos solos, el diámetro se incrementó sobre las dosis con sulfato ferroso; sin embargo el mayor valor de la variable se obtuvo con el control, aventajó a los ácidos fúlvicos solos, a los ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio, también

a los 4 ml de ácidos húmicos solos, a la adición de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.4 g de sulfato ferroso la superó por 0.35 cm. En esta variable, el control y los ácidos fúlvicos solos, se manifestaron de forma similar al obtener los valores mayores, al igual que las dosis de ácidos húmicos mas 0.4 g y 0.2 g de sulfato ferroso siendo estos dos últimos donde el valor del diámetro disminuyó, el comportamiento de las demás dosis fue constante.

Al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos solos, el valor de la LF se incrementó, adelantándose 19.56 por ciento al control. Asimismo la aplicación de 4 ml.litro⁻¹ de ácidos fúlvicos solos, superó en 10.86 por ciento al control. Los tratamientos se comportaron de forma variable dado que los mismos registraron efecto significativo alto (Cuadro 6).

El mayor valor para la LF, se presentó al aplicar 4 ml de ácidos húmicos solos, sobrepasó a las dosis de ácidos húmicos más sulfato ferroso, adelantándose por 1.6 cm a la dosis con 0.4 g de sulfato ferroso. Asimismo superó a los ácidos fúlvicos solos, a la dosis más nitrato de calcio y al control. Los tratamientos se comportaron de forma variable dado que el análisis de varianza indica efecto altamente significativo (Cuadro 6).

En el PF, los tratamientos registraron efecto altamente significativo (Cuadro 6). Al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos, el valor de la variable aventajó 20.9 por ciento al control; además el valor de la variable descendió al disminuir la cantidad de sulfato ferroso. El control se adelantó 23.92 por ciento a la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos solos.

Los tratamientos registraron efecto altamente significativo (Cuadro 6), en el PF Al aplicar 4 ml de ácidos húmicos más 10.45 g de sulfato ferroso, el valor de la variable fue superior a las dosis de ácidos húmicos mas sulfato ferroso, se adelantó a los ácidos húmicos solos por 66.2 g; además conforme la cantidad de sulfato ferroso descendió, también disminuyó el valor de la variable. El valor mayor en el PF se manifestó al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, por que aventajó a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio por 131.5 g, a la mezcla de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato ferroso por 140 g, a los ácidos húmicos solos por 144.3 g y al control por 31 g. El control se adelantó a los ácidos húmicos solos, por 113.2 g, también a las dosis con 0.4 g y 0.2 g de sulfato ferroso y a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio.

De acuerdo con el análisis de varianza, el NF, presentó diferencias altamente significativas por efecto de los tratamientos (Cuadro 6). El valor más alto de la variable

fue al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos fúlvicos, porque superó al control en 28.23 por ciento. El control aventajó en 22.35 por ciento a la mezcla de 4 ml.litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos y 0.2 g.litro⁻¹ de agua del sulfato ferroso. Aquí los ácidos fúlvicos superaron a los ácidos húmicos solos y con sulfato ferroso.

El análisis de varianza indica diferencias altamente significativas por efecto de los tratamientos, en el NF (Cuadro 6). Al añadir 4 ml de ácidos húmicos mas 10.45 g de sulfato ferroso, el valor de la variable, se incrementó, sobre la dosis de 0.2 g de sulfato ferroso por siete frutos, el valor de la variable descendió conforme la cantidad de sulfato ferroso decreció, se adelantó a los ácidos húmicos solos por cuatro frutos. Por otra parte, al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos se presentó el valor mayor para el NF, superó por 15 frutos a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio, aventajó a la dosis de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato ferroso por 18 frutos, a los ácidos húmicos solos por 17 frutos y al control por cuatro frutos.

Cuadro 6. Valores medios de algunas variables medidas al fruto de chile jalapeño con la adición de sustancias húmicas de Leonardita, en el cuarto corte.

Tratamientos	DE (cm)	LF (cm)	PF (g)	NF
AHSF1	1.98 ^{ab}	4.85 ^{abc}	101.8 ^{abc}	10.83 ^{abc}
AHSF2	1.99 ^{ab}	4.42 ^{bcd}	80.98 ^{bc}	10 ^{abc}
AHSF3	1.83 ^b	3.88 ^d	54.1 ^c	5.67 ^{bc}
AHSF4	1.85 ^b	4.18 ^{cd}	39.87 ^c	3.83 ^c
AH	2.01 ^{ab}	5.52 ^a	35.61 ^c	4.5 ^c
AFNCa	1.99 ^{ab}	4.52 ^{bcd}	48.33 ^c	6.17 ^{bc}
AF	2.17 ^a	5.1 ^{ab}	179.87 ^a	21.83 ^a
Control	2.18 ^a	4.58 ^{bcd}	148.8 ^{ab}	17 ^{ab}
ANVA				
F	3.98	6.82	7.3	5.58
P	0.003**	0.000**	0.000**	0.000**

Para la VC, los tratamientos no causaron efecto significativo (Cuadro 7). El valor más alto, para esta variable se presentó, al añadir 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos mas 0.2 g.litro⁻¹ de agua de sulfato ferroso, sobrepasó en 10.96 por ciento al control. Los ácidos fúlvicos permanecieron constantes (Figura1).

En la VC, los tratamientos no registraron efecto significativo (Cuadro 7); Sin embargo con la aplicación de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato ferroso, se presentó el mayor valor para esta variable, sobrepasó por 1408 mg.kg⁻¹ a la dosis de

ácidos húmicos con 0.4 g; además, aventajó a la adición de ácidos húmicos solos por 1122 mg.kg⁻¹, también a los ácidos fúlvicos solos por 1110.4 mg.kg⁻¹ y al control por 224.4 mg.kg⁻¹, aquí los ácidos húmicos solos, superaron ligeramente a los ácidos fúlvicos solos y a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio, por su parte las dosis de ácidos fúlvicos permanecieron constantes, el control se adelantó a todas las dosis con excepción de la dosis de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato de ferroso (Figura 1).

Cuadro 7. Análisis de varianza de la vitamina C del fruto de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	3637030.0	519575.7	0.52	0.797NS
Repeticiones	1	954138.0	954138.0	0.95	0.636NS
Error	7	7010562.0	1001508.9		
Total	15	11601730.0			

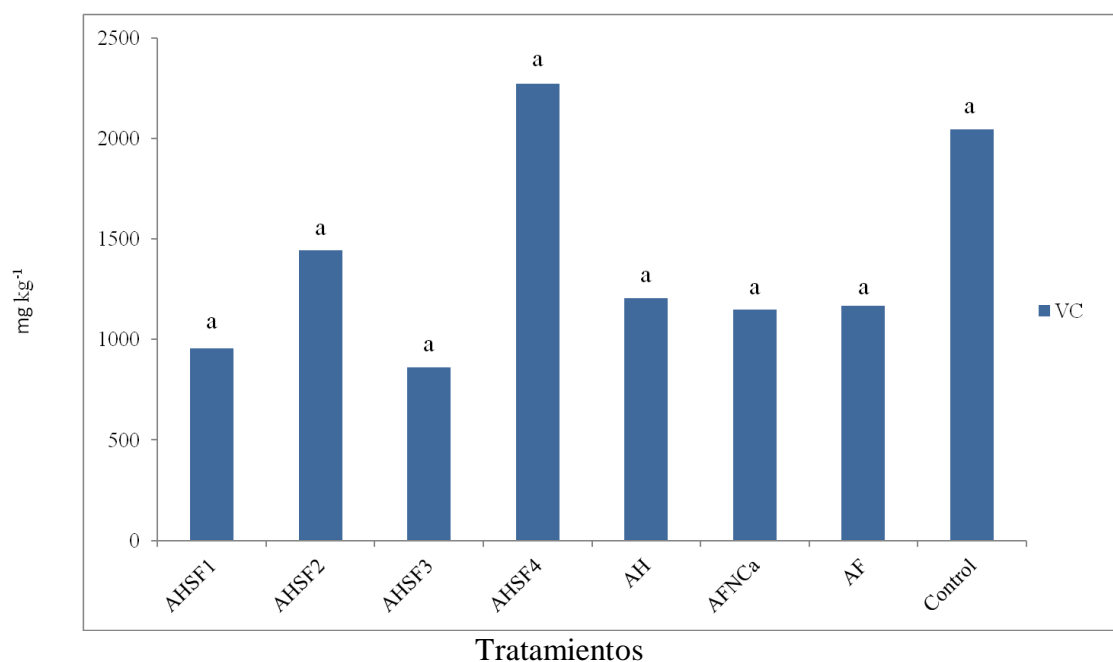


Figura 1. Vitamina C del fruto de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.

Los tratamientos y repeticiones, causaron efecto significativo (Cuadro 8). En la AP, al aumentar la cantidad de sulfato ferroso, mezclado con los ácidos húmicos, los valores de esta variable disminuyeron; pero, con la adición de los ácidos fúlvicos permanecieron constantes. De manera particular, se puede decir que al aplicar los 4

ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos húmicos y 0.4 g.litro⁻¹ de agua del sulfato ferroso, el valor de la altura de la planta superó al del control en 53 por ciento (Figura 2).

En la AP, los tratamientos y repeticiones, realizaron efecto significativo (Cuadro 8) de manera particular, se puede decir que al aplicar los 4 ml de los ácidos húmicos y 0.4 g del sulfato ferroso, el valor de la variable superó a la dosis de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato ferroso por 18.3 cm, a los ácidos húmicos solos por 23.8 cm y al control por 31.5 cm. Las dosis de ácidos fúlvicos, aventajaron ligeramente a los ácidos húmicos solos y al control por 8.2 cm (Figura 2).

Cuadro 8. Análisis de varianza de la altura de planta del chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	4533.0	647.6	3.12	0.012*
Repeticiones	5	2620.5	524.1	2.52	0.047*
Error	35	7266.9	207.6		
Total	47	14420.4			

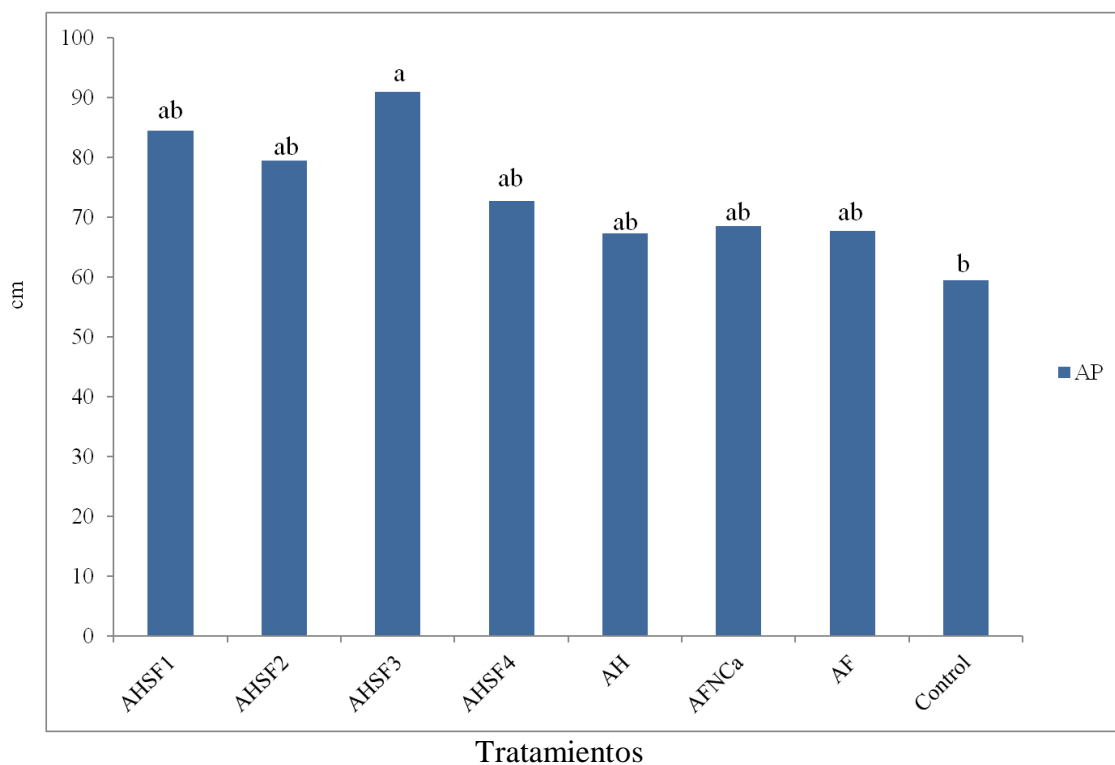


Figura 2. Altura de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.

En la CV, al añadir 4 ml.litro⁻¹ de ácidos húmicos mas 0.45 g.litro⁻¹ de agua de sulfato ferroso, el valor aumentó en 22.67 por ciento sobre el control; mientras que, los ácidos fúlvicos solos también aventajaron en 18.48 por ciento al control (Figura 3). Los tratamientos no realizaron efecto significativo (Cuadro 9).

Respecto a la CV, al añadir 4 ml de ácidos húmicos mas 10.45 g del sulfato ferroso, se obtuvo el valor mayor de esta variable, al superar por 449.3 cm² a la dosis de 4 ml de ácidos húmicos mas 0.2 g de sulfato ferroso, a los ácidos húmicos solos por 190.9 cm², también aventajó a la adición de 4 ml de ácidos fúlvicos por 94.9 cm² y al control por 513.8 cm². Al agregar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, se adelantó a la dosis de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio y al control, lo superó por 418.9 cm² (Figura 3). Los tratamientos no indican efecto significativo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza de la cobertura vegetal de la planta del chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	1321056.0	188722.3	0.31	0.945NS
Repeticiones	5	7439872.0	1487974.4	2.43	0.054*
Error	35	21462272.0	613207.7		
Total	47	30223200.0			

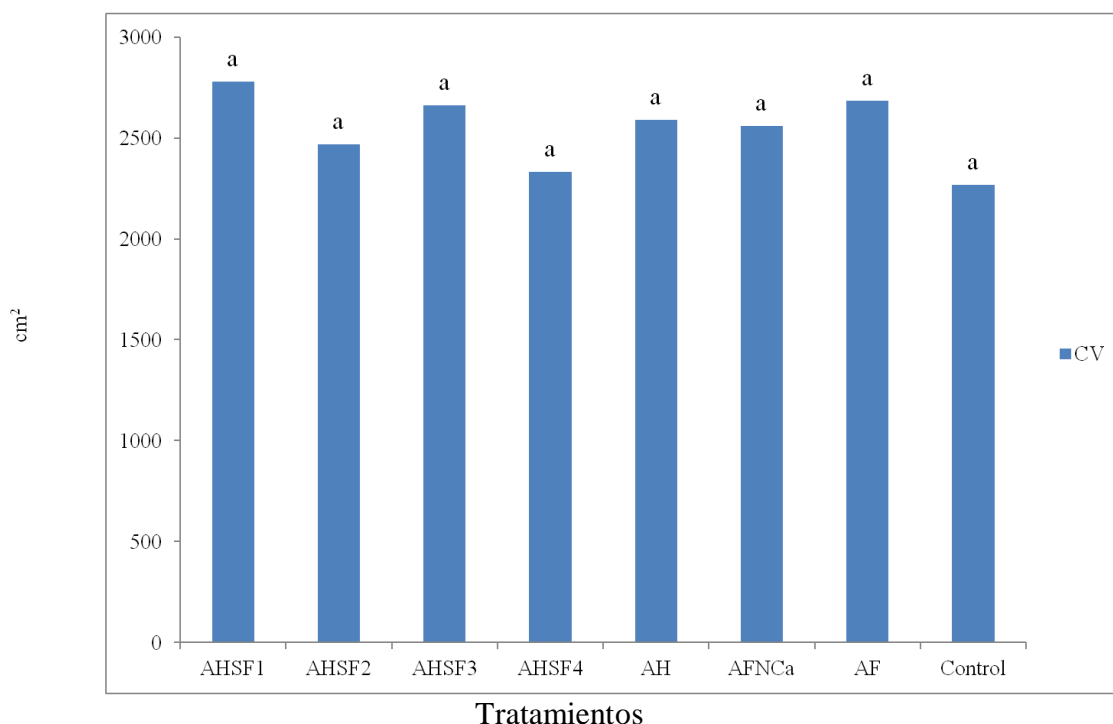


Figura 3. Cobertura vegetal de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.

En el DT), los tratamientos no actuaron de forma significativa (Cuadro 10). En esta variable, el mayor valor fue al aplicar la dosis de ácidos húmicos mas 2.47 g.litro⁻¹ de agua de sulfato ferroso, porque aventajó en 42.86 por ciento al control (Figura 4), con la adición de ácidos fúlvicos mas nitrato de calcio, también se superó en 32.33 por ciento al control.

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos y las repeticiones no manifestaron efecto significativo (Cuadro 10), para el DT; sin embargo, al adicionar 4 ml de ácidos húmicos mas 2.47 g de sulfato ferroso, se obtuvo el mayor valor para esta variable, aventajó a las dosis de ácidos húmicos mas sulfato ferroso, a los ácidos húmicos por 0.54 cm, también superó a la dosis de 4 ml de ácidos fúlvicos solos por 0.33 cm y al control por 0.58 cm. Por su parte al agregar los ácidos fúlvicos más nitrato de calcio, sobrepasó a los ácidos fúlvicos solos por 0.19 cm y al control por 0.43 cm (Figura 4).

Cuadro 10. Análisis de varianza del diámetro del tallo de la planta de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	153.91	21.99	1.07	0.402NS
Repeticiones	5	76.49	15.30	0.75	0.595NS
Error	35	718.31	20.52		
Total	47	948.71			

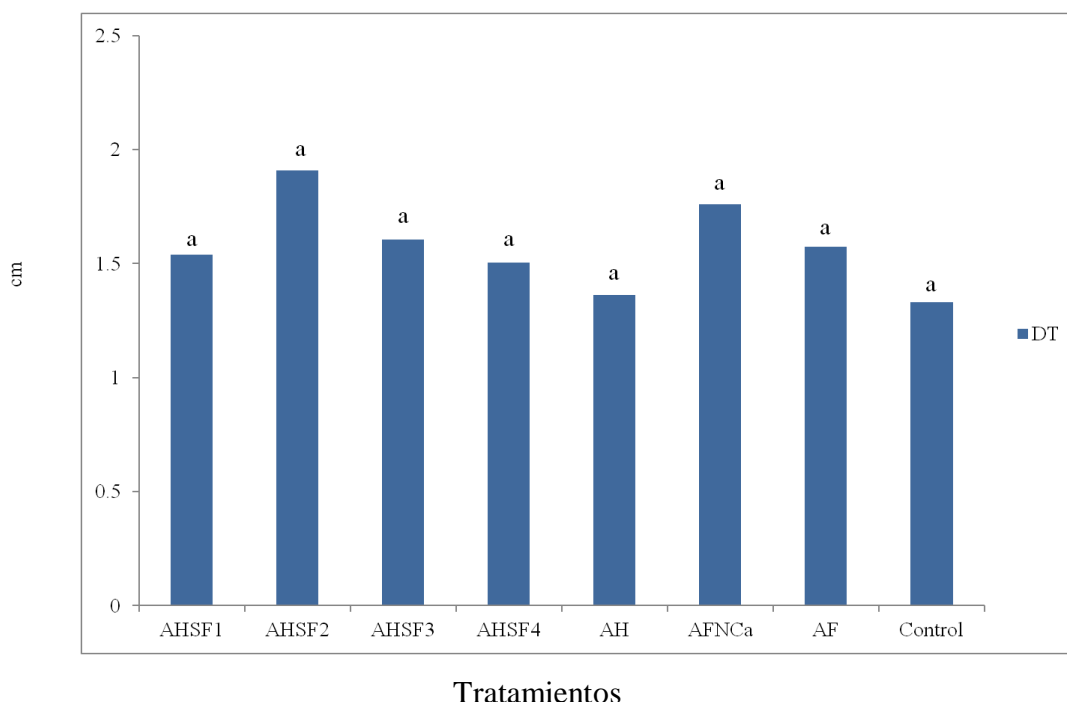


Figura 4. Diámetro del tallo de la planta de chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.

Para el contenido de hierro (Fe) del tejido vegetal, hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 11). Conforme se disminuyó la cantidad de sulfato ferroso, mezclado con los ácidos húmicos, el valor del hierro en el tejido vegetal del chile jalapeño disminuyó; además, al aplicar 4 ml de ácidos húmicos, mas 10.45 g de sulfato ferroso, se superó al control en 12.5 por ciento (Figura 5).

En el contenido de hierro (Fe) del tejido vegetal, hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 11). Al adicionar 4 ml de ácidos húmicos mas 10.45 g de sulfato ferroso, se presentó el valor mayor de esta variable, se adelantó a la dosis de 4 ml de ácidos húmicos más 0.2 g de sulfato ferroso por 63.3 mg.kg^{-1} , sobrepasó a la dosis de 4 ml de ácidos húmicos; además, al agregar los ácidos húmicos mas 10.45 g de sulfato ferroso, superó al control por 8 mg.kg^{-1} . Por su parte al añadir la dosis de ácidos fúlvicos más nitrato de calcio, aventajó a los ácidos fúlvicos solos por 15 mg.kg^{-1} , mientras que los ácidos fúlvicos solos, sobresalieron ligeramente a los ácidos húmicos solos. (Figura 5). Conforme disminuyó la cantidad de ácidos húmicos con sulfato ferroso, el valor del hierro en el tejido vegetal del chile jalapeño descendió. Aquí, quizá influyó, el contenido de hierro en cada una de las dosis y de ahí su comportamiento.

Cuadro 11. Análisis de varianza del contenido de hierro en el tejido vegetal de la planta de chile jalapeño, al adicionar sustancias húmicas de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	7	10373.9	1481.9	2.86	0.044*
Repeticiones	2	1258.3	629.2	1.22	0.326NS
Error	14	7241.6	517.3		
Total	23	18873.9			

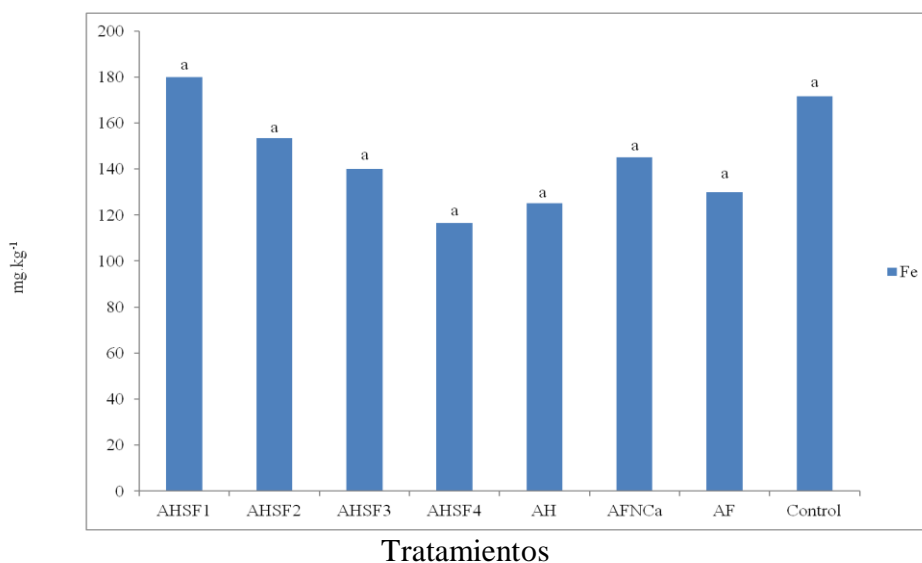


Figura 5. Contenido de hierro en el tejido vegetal de la planta del chile jalapeño, con la adición de sustancias húmicas de Leonardita.

A manera de discusión, se tiene que en las variables medidas a la planta, como son: la altura de planta, cobertura vegetal y diámetro de tallo, con los ácidos húmicos más sulfato ferroso se obtuvieron los valores superiores. Los grupos funcionales oxhidrilos fenólicos (OH) contenidos en los ácidos húmicos, complejan al hierro del sulfato y lo colocan disponible para la planta, lo anterior concuerda con lo que concluye Pimienta (2004), donde comenta, que al aplicar ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, se tienen efectos en la altura de la planta, diámetro de tallo y al combinar las sustancias orgánicas con fertilizantes, mejoraron la nutrición vegetal, lo que se manifestó en el crecimiento, desarrollo y calidad de plántula de tomate.

Con relación a los ácidos húmicos solos, y mezclados con sulfato ferroso y de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede decir que los anteriores no ejercieron efecto positivo sobre las variables medidas al fruto, al comparar con los rangos del diámetro y la longitud de esta variedad. Respecto al diámetro ecuatorial, peso, longitud y número de frutos, los ácidos fúlvicos actuaron sobre estas variables, el efecto positivo fue en el peso de fruto para todos los cortes y también para todas las variables en el primer corte, bajo la dosis de 4 ml de ácidos fúlvicos solos, mismo comportamiento se manifestó en la longitud de fruto con los 4 ml de ácidos fúlvicos solos, pero solo hasta el tercer corte; en el cuarto corte el efecto se presentó al añadir los 4 ml de ácidos húmicos solos. Resultados similares se presentaron en el número de frutos al adicionar 4 ml de ácidos fúlvicos solos, en el primero, tercero y cuarto corte, en el segundo corte fueron los ácidos húmicos con 0.4 g de sulfato ferroso, por el contrario en el diámetro de fruto actuaron para el primer corte los 4 ml de ácidos fúlvicos, en el segundo corte los 4 ml mas 0.4 g de sulfato ferroso, en el tercer corte los 4 ml de ácidos fúlvicos mas 27.7 g de nitrato de calcio y en el cuarto corte la solución nutritiva (control). Experimentos realizados por Aza (2001), en tomate bajo invernadero, determinó el efecto de ácidos fúlvicos de dos orígenes, uno de Leonardita y el otro extraído de composta, encontró, que estos tienen efectos positivos al incrementar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento respecto al testigo, al que solo se le aplicó una solución nutritiva.

Para la vitamina C, la combinación de 4 ml de ácidos húmicos con 0.2 g del sulfato ferroso, aventajó por 224.4 mg.kg⁻¹ al control. Facio (2001), menciona que los ácidos húmicos tienen la habilidad de quelatar positivamente los iones cargados, como elementos minerales, que son absorbidos por las plantas. Esta quelatación natural les da a las plantas tanto vitaminas como minerales y los ayuda a incrementar su biohabilidad

protectora, como con el hierro. De la misma forma, Moreno (2006), al adicionar ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, mezclados con sulfato ferroso y un quelato de hierro comercial a tomate, concluye que la clorosis férrica no puede ser corregida; pero, si controlarse con la adición de las sustancias húmicas.

CONCLUSIÓN

Los ácidos húmicos de leonardita, mezclados con hierro, realizaron efecto positivo en el contenido de vitamina C, altura de planta, diámetro de tallo, cobertura vegetal y cantidad de hierro en el tejido vegetal de follaje; mientras que los ácidos fúlvicos solos, lo efectuaron en el diámetro, longitud, peso y número de frutos. Lo anterior quiere decir que los ácidos fúlvicos, realizaron efecto positivo en las variables de calidad del fruto de chile jalapeño variedad M.

LITERATURA CITADA

- André, L. 1988. Los Microelementos en la Agricultura. Trad. Alonso Domínguez. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España.
- Aza A. E. 2001. Efecto de Ácidos Fúlvicos de dos Orígenes en el Tomate. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Horticultura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. P42.
- Barenque O. J. R. 1991. Evaluación de Ácido Húmico (Humitron) y del Fertilizante Foliar (Foltron Plus), en el Sistema de Conducción del Tomate. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P78.
- Bennett, W. F. 1993. Nutrient Deficiencies and toxicities in crop plants. Ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. P (138-139). U.S.A.
- Brown, J.C. and V.D Jolley. 1989. Plant metabolic responses to iron-deficiency stress. *BioSci.* 39:546-551. U.S.A.
- Cadahía, L. C.; Eymar, A. E.; Lucena, M. J. 1997. Materiales Fertilizantes Utilizados en Fertirrigación. In: Fertirrigación Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ed. Cadahía, L. C. Ediciones Mundi-Prensa. España-México. PP. 99-111.
- Cadahía L.C. 1998. Fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona, España. Pp. 117.
- Calace, N., Furlani, G., Petronio, B. M., Pietroletti, M. 2000. Sedimentary humic and fulvic acids: Structure, molecular weight distribution and complexing capacity. *Annali di Chimica*, 90:25-34. Roma, Italia.
- Carlo R. Z. 1992. Ácidos Húmicos y Fertilización Foliar en el Cultivo del Brócoli en Arteaga Coahuila. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrícola y Ambiental. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P117.
- Castellanos, J. Z., Uvalle, B., J. X., Aguilar S., A. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. Segunda edición. México. D.F.

- Cuevas, P. A. 2001. Control de la Clorosis Férrica en Tomate por Fulvato de Hierro. Tesis de Maestría, especialidad en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- De la Cruz C. I. 1992. Fertilizante Arrancador y Ácidos Húmicos en el Cultivo del Melón. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P77.
- EDEN & AGROMETODOS, 2006. Disper Alghum GS, Disponible en www.dispre.com.
- Escobar, S. A. R. 2002, comunicación personal.
- Facio C. M. E. 2001. Reducción de Fertilización en Tomate con la Aplicación de Ácidos Fúlvicos. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P64.
- FAO-UNESCO. 1994. World Reference Base for Soils Resources. International Soil Reference and Information Center. Rome, Italy.
- Frías M. S. A. 2000. Efecto de dos tipos de Ácidos Fúlvicos en el Cultivo del Tomate. Tesis de Licenciatura, Lic. Administración Agropecuaria. UAAAN. P62.
- García, A. J., 1992. Evaluación de los Ácidos Húmicos (Humiplex Plus) a Diferentes Dosis en el Desarrollo del Cultivo de Papa. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Horticultura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. 15-18p.
- Greenleaf, H. Walter. 1986. Pepper Breeding Edited by Mark J. Basett. Vegetable Crops Department. University of Florida. Gainesville, Florida. AVI Publishing Company, INC., Westport, Connecticut, pp. 69-123. U.S.A.
- Gutiérrez J. J. J. 2001. Efecto de Ácidos Fúlvicos de Dos Orígenes, en la Dinámica de Crecimiento de Plántula de Tomate. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrícola y Ambiental. UAAAN. P80.
- Jones, J. B., B. Wolf, and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing. U.S.A.

- Kuwatsuka S., Tsutsuki K. and Kumada K. 1978. Chemical studies on soil humic acid I. Elementary composition of humic substances. *Soil Sci. Plant Nutr.* 24, 337-347. Nagoya, Japón.
- Loué, A. 1988. Los microelementos en la agricultura. 1a. Edición. Ed. Mundi-Prensa. Paris, Francia.
- MacCarthy, P., Clapp, C. E., Malcolm, R. L., Bloom, P. R. 1985. Proceedings of Symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985. Pp: 161-186. U.S.A.
- MacCarthy, P., Clapp, C. E., Malcolm, R. L., Bloom, P. R. 1990. An introduction to soil humic substances. In *Soil and Crop Sciences: Selected readings*. P. U.S.A.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2th edition. Academic Press Inc. London, England.
- Mendieta E, J. 2001. Relaciones Hídricas y Fulvato de Hierro en Tomate. Tesis de Maestría, especialidad en Riego y Drenaje. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp.48-63.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th ed. Kluwer Dordrecht, Netherlands. Pp 425-437
- Moreno, M. A. G. 2006. Efecto de un Fulvato de Hierro en la Producción del Tomate, en Campo con Fertirriego. Tesis de Maestría, especialidad en Riego y Drenaje. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp.32-35.
- Narro, F. E. 1987. Física de Suelos con Enfoque Agrícola. Ed. Trillas. México. Pp13-18.
- Narro, F. E. 1997. Nutrición y Sustancias Húmicas en el Cultivo de Papa. In: Foro de Investigación. Investigaciones en el cultivo de papa. Saltillo, Coahuila, México.
- Olsen, R.A., Clark, R. B., Bennett, J. H. 1981. The enhancement of soil fertility by plant root. *Am. Sci.* 69:378-384. U.S.A.

- Omega Agroindustrial, S. A. de C. V. 1989. Humitron. Información Técnica. Saltillo, Coah., México
- Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution* 25:683-691. London, England.
- Pimienta, R. A. 2004. Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Origen Orgánico en el Crecimiento de Plántula de Tomate. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Producción. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P46
- Pozo, C. O. 2004. Importancia económico-social y cultural del chile. 1-8 pp. En curso-taller producción y manejo integral del cultivo del chile. Folleto técnico No. 2. CONAPROCH. Tampico, Tamaulipas, Mexico. 68 p.
- Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed). *Advances in agronomy*, Academic Press. 98: 3-58. Ontario, Canadá.
- Schwermann, U. and, R.M. Taylor. 1977. In “Minerals in soils environments” (J.B.Dixon, S.B. Weed, J.A., Kittrick, M.H. Milford, and J.I. White, eds.), Pp. 145-180. *Soil Sci. Soc. Am., journal*. Madison, Wisconsin. U.S.A.
- (SIAP-SAGARPA, 2010). Estadísticas de Sagarpa de Producción Nacional. México.
- Steelink C. 1985. Implications of elemental characteristics of humic substances. In *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water: Geochemistry, Isolation, and Characterization* (Edited by Aiken G. R., McKnight D. M., Wershaw R. L. and MacCarthy P.), pp. 457--475. Wiley, New York. U.S.A.
- Stevenson, F. J. 1972. Role and function of humus in soil with emphasis on absorption of herbicide and relation of micronut. *Bio. Sci.* 22: 643-650. U.S.A.
- Stevenson, F. J. 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*. J. Wiley and Sons, New York, NY. U.S.A.

Valadez, A. 1997. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, México, D.F. P 298.

Villalpando, G. R. L. 2002. Estudio de Sustancias Húmicas de Origen Orgánico en el Crecimiento y Desarrollo del Tomate. Tesis de Licenciatura, Ing. Agrónomo en Agrobiología. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Zuang, H. 1982. La fertilization des cultures legumieres. Centre Technique interprofessional des Fruits et Legumes. Francia.

Páginas de internet

<http://www.cannarias.com/foros/archive/index.php?t-1940.html> (2012).