

**Universidad Autónoma Agraria
“Antonio Narro”**

Estudio Comparativo de Ácidos Húmicos provenientes de Materia Orgánica y de Leonardita en el Cultivo del Tomate (Lycopersicon esculentum).

Por:

JULIO OMAR RAMIREZ SALAZAR.

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

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

Presidente del jurado

Sinodal

Dr. Alfonso Reyes López

M.C. Ruben López Cervantes

Sinodal

Sinodal

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

M.C. Víctor M. Reyes Salas.

Coordinador de la División de Agronomía.

M.C. Reynaldo Alonso Velasco.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Marzo del 2001.

DEDICATORIA:

A MIS PADRES:

JULIO Y AGUSTINA:

Porque a pesar de todos mis errores cometidos,
Siguieron depositando en mí toda su confianza y su apoyo
Incondicional para poder terminar mi carrera profesional.
Gracias. Dios los Bendiga.

A MIS HERMANOS:

DAVID, HUGO, DOLORES, DILERI Y MUY
ESPECIALMENTE A GABRIEL Y ARACELI

Que se privaron de algunas cosas para poder salir adelante.

A MI TIA LOLITA:

Por el cariño que siempre me ha demostrado.

A ROCIO:

Por el gran amor que le tengo.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme la oportunidad de vivir, y por permitirme lograr una meta mas en la vida.

A mi ALMA MATER por darme la oportunidad de ser un profesionista.

AL DR. ALFONSO LOPEZ REYES., Asesor principal de este trabajo por su entusiasmo y su decidido apoyo en la realización de esta tesis.

AL M.C. RUBEN LOPEZ CERVANTES., Por su apoyo brindado en la asesoría de este trabajo.

AL M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO., Por sus valiosos comentarios y observaciones que fortalecieron y concretizaron mas el contenido del trabajo.

AL M.C VICTOR M. REYES SALAS., Por sus recomendaciones y sugerencias para concluir el presente trabajo.

A LA FAMILIA ALONSO RUIZ., Por toda la confianza que siempre me han brindado.

AL M.C REYNALDO ALONSO VELASCO., Por su amistad y su apoyo incondicional que siempre me proporciono.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS: Toño, Celerino, Felipa, Ana Berta, Pedro, Berta y Elizabeth por su amistad y por todos los momentos que convivimos juntos.

AL ING. GERARDO GARZA Y a la SRA. REBECA ALONSO Por sus atenciones desinteresadas.

A todos mis amigos de la generación XC especialmente a Fernando alias “ EL PIJUY “.

G R A C I A S.

INDICE DE CONTENIDO

	<i>Páginas</i>
INDICE DE CUADROS.....	<i>ii</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>iii</i>
RESUMEN.....	<i>iv</i>
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Sustancias húmicas.....	4
Acidos húmicos y fúlvicos.....	5
Efecto de sustancias húmicas en plantas.....	14
MATERIALES Y METODOS.....	19
RESULTADOS.....	22
DISCUSION.....	39
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43
APENDICE.....	46

INDICE DE CUADROS

	<i>Páginas</i>
Cuadro 2.1 Propiedades Químicas de las Sustancias Húmicas. (Stevenson 1982).....	10
Cuadro 3.1 Relación de tratamientos utilizados en el presente estudio.....	20
Cuadro 1A Análisis de varianza para el número de racimos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.....	47
Cuadro 2A Análisis de varianza para el número de racimos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.....	47
Cuadro 3A Análisis de varianza para el número de flores, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento1.....	47
Cuadro 4A Análisis de varianza para el número de flores, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento2.....	47
Cuadro 5A Análisis de varianza para longitud, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.....	47
Cuadro 6A Análisis de varianza para longitud, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.....	48
Cuadro 7A Análisis de varianza para número de frutos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.....	48
Cuadro 8A Análisis de varianza para número de frutos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.....	48
Cuadro 9A Análisis de varianza para el peso del fruto, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.....	48
Cuadro 10A Análisis de varianza para el peso del fruto, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.....	48
Cuadro 11A Medias de las variables analizadas en el experimento 1 en el cultivo del tomate.....	49

Cuadro 12.4 Medias de las variables analizadas en el experimento 2 en el cultivo del tomate..... 49

INDICE DE FIGURAS

	<i>páginas</i>
Figura 2.1	Modelo estructural de ácidos fúlvicos (Modelo Buffle)..... 11
Figura 2.2	Modelo de ácido fúlvico (Schnitzer , 1985)..... 12
Figura 2.3	Modelo estructural de ácidos húmicos (Stevenson, 1982)..... 13
Figura 4.1	Comparación de medias en No de racimos, primer experimento..... 23
Figura 4.2	Comparación de medias en No de racimos, segundo experimento..... 23
Figura 4.3	Efectos principales en No de racimos, primer experimento..... 24
Figura 4.4	Efectos principales en No de racimos, segundo experimento..... 24
Figura 4.5	Comparación de medias en No de flores primer experimento..... 26
Figura 4.6	Comparación de medias en No de flores segundo experimento..... 26
Figura 4.7	Efectos principales en No de flores primer experimento..... 27
Figura 4.8	Efectos principales en No de flores segundo experimento..... 27
Figura 4.9	Comparación de medias en longitud primer experimento..... 29
Figura 4.10	Comparación de medias en longitud segundo experimento..... 29
Figura 4.11	Efectos principales en longitud primer experimento..... 30
Figura 4.12	Efectos principales en longitud segundo experimento..... 30
Figura 4.13	Comparación de medias en No de frutos primer experimento..... 32
Figura 4.14	Comparación de medias del No de frutos segundo experimento..... 32
Figura 4.15	Efectos principales en No de frutos primer experimento..... 33
Figura 4.16	Efectos principales en No de frutos segundo experimento..... 33
Figura 4.17	Comparación de medias en peso primer experimento..... 35

Figura 4.18	Comparación de medias en peso segundo experimento.....	35
Figura 4.19	Efectos principales en peso primer experimento.....	36
Figura 4.20	Efectos principales en peso segundo experimento.....	36
Figura 4.21	Contenido (%) de Mg, K y Ca en la hoja de tomate en la aplicación de Acido Húmico Biológico y de Leonardita en condiciones de invernadero.....	37
Figura 4.22	Contenido(ppm) de Cu, Zn, Mn y Fe en la hoja de tomate en la aplicación de Acido Húmico Biológico y de Leonardita en condiciones de invernadero.....	38

RESUMEN

La productividad del cultivo del tomate puede ser mejorada cuando se utiliza la aplicación de Ácidos Húmicos, actualmente existe en el mercado ácidos húmicos comerciales provenientes de minerales que están siendo utilizados para mejorar la productividad de los cultivos principalmente en tomate, por lo anterior se llevo a cabo esta investigación durante el año 2000.

Con el objetivo de: conocer los efectos de ácidos húmicos Biológicos y de Leonardita en algunas características de producción del tomate.

La investigación se realizo en el invernadero de alta tecnología del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizándose un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2*3 con 3 repeticiones, en macetas de 18 litros de volumen y como sustrato se utilizó tezontle y arena de rio.

Los tratamientos y repeticiones aplicados fueron los siguientes: Ácidos Húmicos Biológicos al 0.2, 0.4 y 0.6 ml/lit mas el 50 y 100% de la solución nutritiva, Ácidos Húmicos de Leonardita al 0.2, 0.4 y 0.6 ml/lit mas el 50 y 100% de la solución nutritiva.

Los resultados indican diferencia altamente significativa para el efecto de los Ácidos húmicos en las variables número de racimos, numero de flores, longitud de planta, número de frutos y peso del fruto mas no así para las dosis, por lo que para la

principal variable que es el peso del fruto, el mejor tratamiento fue cuando se aplicó Acido Húmico de Leonardita en dosis de 0.6 ml/lit mas la solución nutritiva Douglas al 100%.

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la región Andina. La planta fue aceptada en Europa como ornamental. Porque se le consideraba una planta venenosa; superada esta fase, su cultivo y consumo ha alcanzado tal difusión, que difícilmente puede encontrarse en otro producto agrícola que sea consumido en tales cantidades, ya sea en fresco o en sus distintos derivados (Rodríguez et al.,1996).

El tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa y como la primera por su valor comercial. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año y se consume tanto en fresco o procesado, siendo una fuente rica de vitaminas y minerales. Es considerada la hortaliza de mayor importancia económica en México por presentar un fuerte renglón de ingresos por concepto de exportación, también genera mucha demanda de mano de obra para el manejo y la comercialización, (Valadez, 1998).

En el año agrícola 1997-1998 la superficie nacional sembrada con tomate rojo fue de 74,228 has, con una producción promedio de 26.96 ton/ha siendo el estado de Sinaloa el que representa el 33% de esta superficie sembrada con un promedio de 40.0 ton/ha, Sonora con 21.0 ton/ha, Morelos con 17.1 ton/ha Guanajuato con 16.2 ton/ha, Baja California Norte con 12.6 ton/ha (INEGI 1997).

En los años cuarenta en Estados Unidos, agricultores de Atlanta y California, aplicaron lignitos molidos y encontraron buena respuesta de los cultivos, principalmente en cereales. En México, en los últimos 15 años, con el auge de la agricultura orgánica, el uso de ácidos húmicos, va en aumento. Los productores de hortalizas y frutas, inician el uso de ácidos húmicos expendidos por empresas dedicadas a la venta de productos agroquímicos.

La Sociedad Internacional de Sustancias Humicas (IHSS), establece que toda la materia orgánica ya humificada presenta en mayor o menor porcentaje, tres diferentes tipos de sustancias humicas principales: ácidos humicos(AH), ácidos fulvicos(AF) y huminas residuales (HR). Los ácidos fúlvicos comerciales provienen de minerales fósiles como el lignito, turbas y leonardita, estos están asociados al carbón mineral en minas.

En Canadá, Francia, Alemania y España, desde los años sesenta, de los horizontes orgánicos superficiales, ya humificados, de los suelos de los bosques, toman los ácidos húmicos y han generado una gran cantidad de investigaciones tendientes a proporcionar información sobre sus características y su efecto en suelos y plantas.

Las sustancias húmicas tienen efectos directos e indirectos en la agricultura. Los efectos directos los ejercen sobre el suelo y los indirectos en los vegetales.

Por lo anterior es de gran importancia realizar investigación de tal manera que se puedan evaluar diferentes fuentes de Ácidos Húmicos, por tal razón se llevo a cabo el presente estudio con el objetivo siguiente:

Conocer los efectos de ácidos húmicos (AH), biológico (B), y de leonardita (L) en algunas características de producción del tomate.

HIPOTESIS

Los ácidos húmicos, (biológicos) provenientes de materia orgánica y de leonardita (Humitron12-L) tienen efectos similares en la producción del tomate.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Las Sustancias Húmicas.

El término materia orgánica del suelo (M.O.S.), se refiere a la suma de todas las sustancias orgánicas que contienen carbón química y físicamente, consiste en una mezcla de residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, sustancias sintetizadas microbiológica y/o químicamente, para formar productos descompuestos, y de cuerpos vivos y muertos de microorganismos y pequeños animales que permanecen descompuestos (Schnitzer y Khan, 1972; y Schnitzer, 1995).

La materia orgánica del suelo, por convención es dividida en dos grupos: sustancias no húmicas y húmicas.

Las sustancias no húmicas incluyen todas las que constituyen plantas y microorganismos, las cuales fueron caracterizadas relativamente. Estas son: carbohidratos, proteínas, grasas, ceras, resinas, pigmentos y compuestos de peso molecular (Felbeck, 1965), celulosa, hemicelulosa y lignina (Schnitzer y Schulten, 1995; Schnitzer, 1978; Aleksandrova, 1994; Kononova, 1963 y Yano et al, 1998).

Las sustancias húmicas son una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y más estables que su forma

original; provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos (Schnitzer, 1978 y Stevenson, 1982).

Las características generales de las sustancias húmicas son: color oscuro, ácidas predominante cromáticas, hidrofílicas, químicamente complejas, polielectrolíticas, con un amplio rango de peso molecular, el cuál va desde algunos cientos a algunos miles (Schnitzer, 1978). Constituyen del 70 al 80% p/p de la materia orgánica en la mayoría de los suelos (Schnitzer, 1989 y Cristoper, 1996).

Las sustancias húmicas están divididas en tres fracciones, basadas en su disolución en medios líquidos; básicos y ácidos (Cristoper, 1996; Stevenson, 1982; Piccolo, 1991 y Schnitzer, 1978 y 1980). Estas son: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR).

Los Acidos Húmicos y Fúlvicos.

Las sustancias húmicas forman un sistema estrechamente relacionado, pero no idéntico por completo. De acuerdo con esto, las diferencias entre los ácidos húmicos y fúlvicos pueden ser explicados por variación en estructura, peso molecular, número y tipo de grupos funcionales y extensión de la polimerización.

Los ácidos húmicos y fúlvicos, son macromoléculas aromáticas complejas, muy estables, con estructura polimerica en forma de círculos, cadenas y racimos (Schnitzer,

1978; Ghosh y Schnitzer, 1980; Stevenson, 1982; Schnitzer y Schulten, 1995), y cíclicos aromáticos condensados eworobe-at-cc. Umanitiba.C.A.1996, con aminoácidos, amino-azúcares, peptidos y compuestos alifáticos (Stevenson, 1982; Schnitzer, 2000).

La forma de extracción de las sustancias húmicas, de suelos, compostas y otros materiales orgánicos, representan el punto más crítico para su estudio.

La manera más eficiente, y con amplio uso, es por vía química, con álcalis y ácidos. El compuesto con más uso es el hidróxido de sodio (NaOH), a concentraciones de 0.1 y 0.5 N, en solución acuosa (Schnitzer y Skinner, 1962; Schnitzer, 1963, 1973, 1978; Kumada, 1965; Khan, 1971; Holtzclaw, et al; 1975; Sposito et al, 1976; Chen et al, 1978; Hatcher et al, 1981; Stevenson y Schnitzer, 1981; Wilson et al, 1983; Preston y Blackwell, 1985; Baes y Bloon, 1990; Krosshavn et al, 1992; Schnitzer et al, 1994; Senesi, 1994; Manunza et al, 1995; Sorge et al, 1994; Amalfitano et al, 1995; Schnitzer y Schulten, 1995).

Sales neutras y ácidos orgánicos (pirofosfato de sodio, 0.1 N y/o 0.1 M e hidróxido de potasio, 0.1 y/o 0.5 N) (Alexandrova, 1960; Kononova y Bellchikova, 1961; Dormaar, 1972; Villa et al, 1974; Piccolo, 1989; Piccolo y Mogwabe, 1995), también son probados.

Esta forma es criticada, porque se comenta que hidroliza y oxida la estructura molecular de las sustancias húmicas, sin embargo, para, un buen estudio, es necesaria la

separación. Las características básicas de los ácidos húmicos y fúlvicos son basadas en su solubilidad.

Los ácidos húmicos no son solubles en agua y precipitan en medio ácido, pero son solubles en álcalis, de color café oscuro a negro, alto peso molecular (30,000 KDa), 62% de carbón y 30% de oxígeno.

Los ácidos fúlvicos son solubles en agua a cualquier condición de pH del medio, permanecen en después de la separación de ácidos húmicos por acidificación; son de color amarillo oscuro, de bajo peso molecular (de 170 2,000 KDa), con 45% de carbón y 48% de oxígeno.

Las diferencias entre los ácidos, además de las mencionadas, son: los contenidos de oxígeno y carbón, la acidez y el grado de polimerización, cambian de forma sistemática con el incremento en peso molecular.

Los ácidos fúlvicos, tienen bajo peso molecular, alto contenido de oxígeno, pero bajo de carbón, los ácidos húmicos a la inversa.

Los ácidos fúlvicos contienen más grupos funcionales de naturaleza ácida, particularmente -COOH . La acidez total es de 900 a 1400 meq/100 gr y es más alta que la de los ácidos húmicos (400 a 800 meq/100 gr).

Otra importante diferencia es que, el oxígeno de los ácidos fúlvicos puede ser considerado de gran manera, como grupos funcionales (-COOH , OHC=O), unidos a

cadena alifáticas y ciclos aromáticos, mientras que en los ácidos húmicos, la mayor porción de oxígeno, parece estar presente como un componente estructural del “núcleo” y/o ciclos aromáticos (Schnitzer, 1978; Stevenson, 1982; Stevenson y Schnitzer, 1982).

El cuadro 2.1, presenta lo anterior (Stevenson, 1982).

La estructura molecular de los ácidos húmicos y fúlvicos, no ha sido plenamente identificada, ni reconocida universalmente, por la heterogeneidad de orígenes, fuentes de materiales orgánicos y factores que intervienen en su constitución. Y porque los científicos no están en posibilidades de proponer un concepto válido, para la estructura química de la molécula de estos materiales. Sin embargo, existen varios modelos hipotéticos.

Un modelo hipotético de la estructura de los ácidos fúlvicos (modelo Buffle), contiene estructuras aromáticas y cadenas alifáticas, ambas extensivamente sustituidas con grupos funcionales que contienen oxígeno (figura 1). (<http://www.ihss.gatech.edu/soilhafa.html>, 1997).

Otro modelo de ácidos fúlvicos es el de Schnitzer (1978) (figura 4), el cual establece que más del 50% de la estructura son cadenas alifáticas, las cuales consisten en ácidos grasos esterificados por grupos –OH fenólicos.

Las cadenas alifáticas restantes, están elaboradas de ácidos grasos y enlaces más “débilmente unidos”, lo cual asemeja que son físicamente absorbidos en los materiales

húmicos, pero no componentes de la estructura, y posiblemente estén unidos a ciclos aromáticos. Los mayores productos de degradación son los fenoles y el ácido bencencarboxílico.

Estos tal vez, pudieron originarse de estructuras aromáticas más complejas (ácidos húmicos y/o huminas), o pudieron ocurrir de materiales iniciales (no húmicos), de forma semejante de donde fueron aislados, pero unidos con relativa debilidad.

Sí esta última hipótesis es correcta, los fenoles y el ácido bencencarboxílico, podrían ser los “bloques de construcción” de los materiales húmicos.

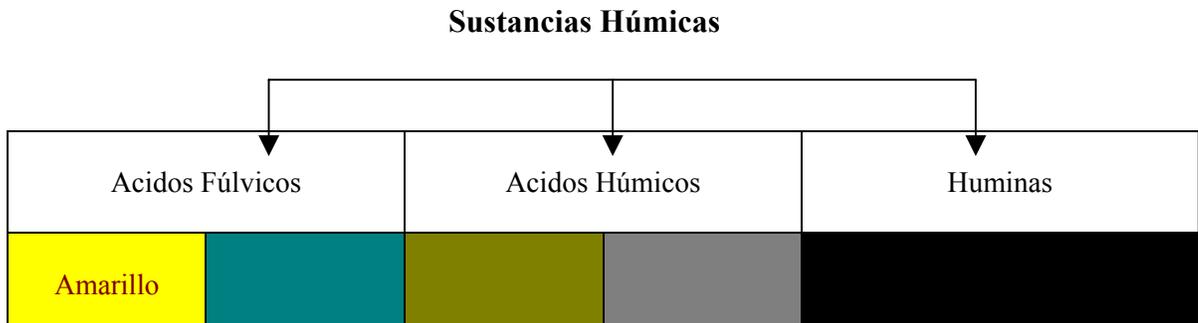
A través de análisis de rayos X, microscopía electrónica y medidas de viscosidad, puntualizan una estructura relativamente “abierta”, flexible, perforada por vacíos de varias dimensiones, las cuales pueden atrapar o fijar compuestos orgánicos e inorgánicos.

La unión entre los “bloques de construcción”, se agregan y se dispersan reversiblemente. Esto depende del pH.

Los ácidos húmicos, hasta la actualidad, son los más estudiados, porque, de forma general son los más abundantes en medios acuáticos y terrestres.

La figura 3, presenta una estructura hipotética de un ácido húmico, la cual contiene grupos -OH fenólicos libres y unidos a estructuras quinónicas y ciclos

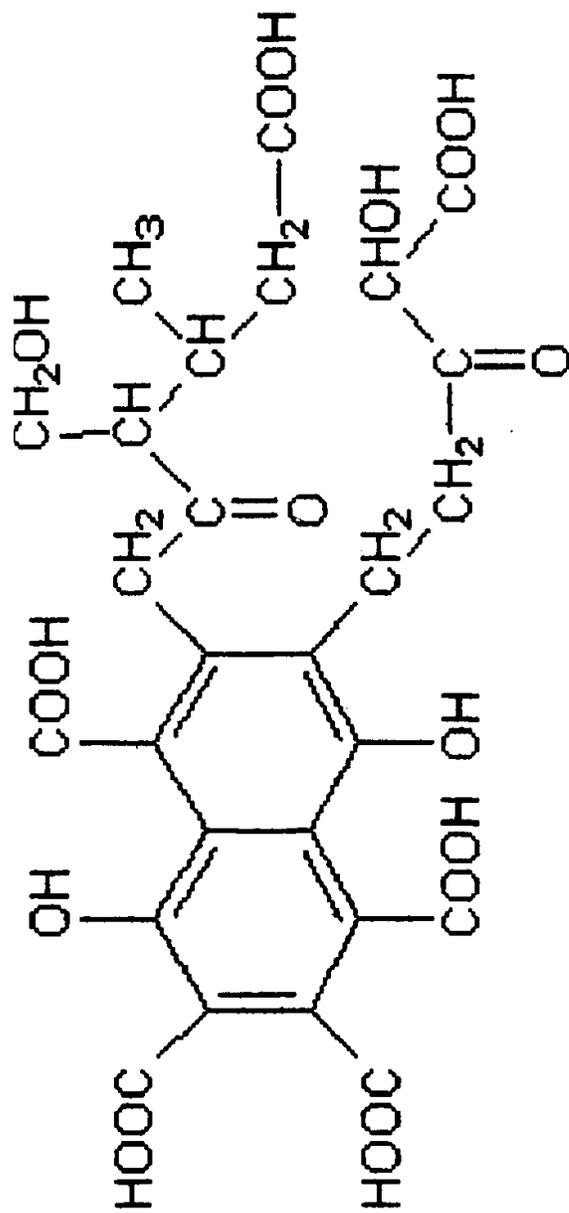
aromáticos, con oxígenos y nitrógenos que sirven como puentes y grupos $-COOH$ localizados en diversas partes de los ciclos aromáticos (<http://www.ihss.gatech.edu/soilhafa.html>, 1997).



	Incremento en intensidad de color	→
	Incremento en grado de polimerización	→
2 000	Incremento en peso molecular	→ 300 0
45%	Incremento en contenido de carbono	→ 62 %
48%	Decremento en contenido de oxígeno	→ 30 %
1 400	Decremento en intercambio de ácidos	→ 500
	Decremento en grado de solubilidad	→

Cuadro 2.1 Propiedades Químicas de las Sustancias Húmicas. (Stevenson 1982)

Figura 2.1. Modelo Estructural de Ácidos Fúlvicos por Buffle



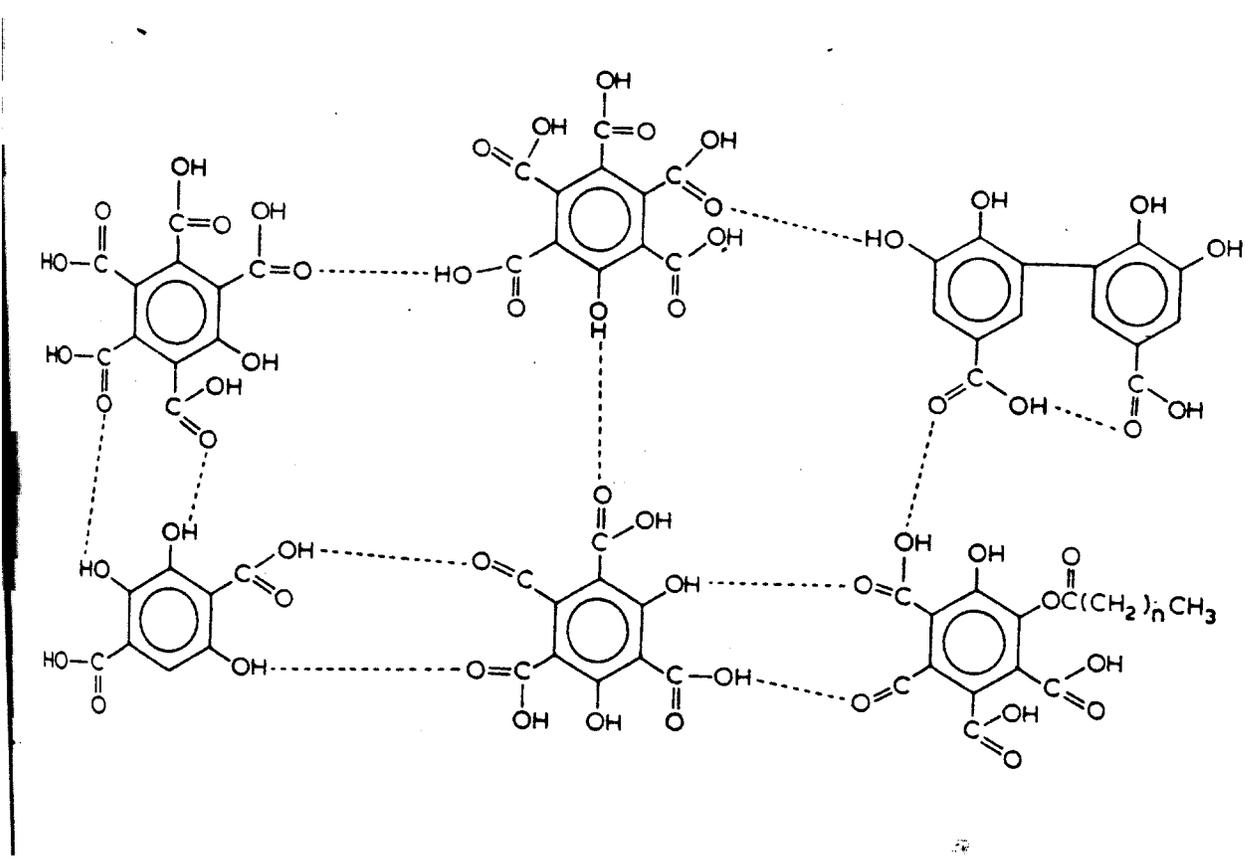


Figura 2.2. Modelo de ácido fúlvico (Schnitzer , 1985)

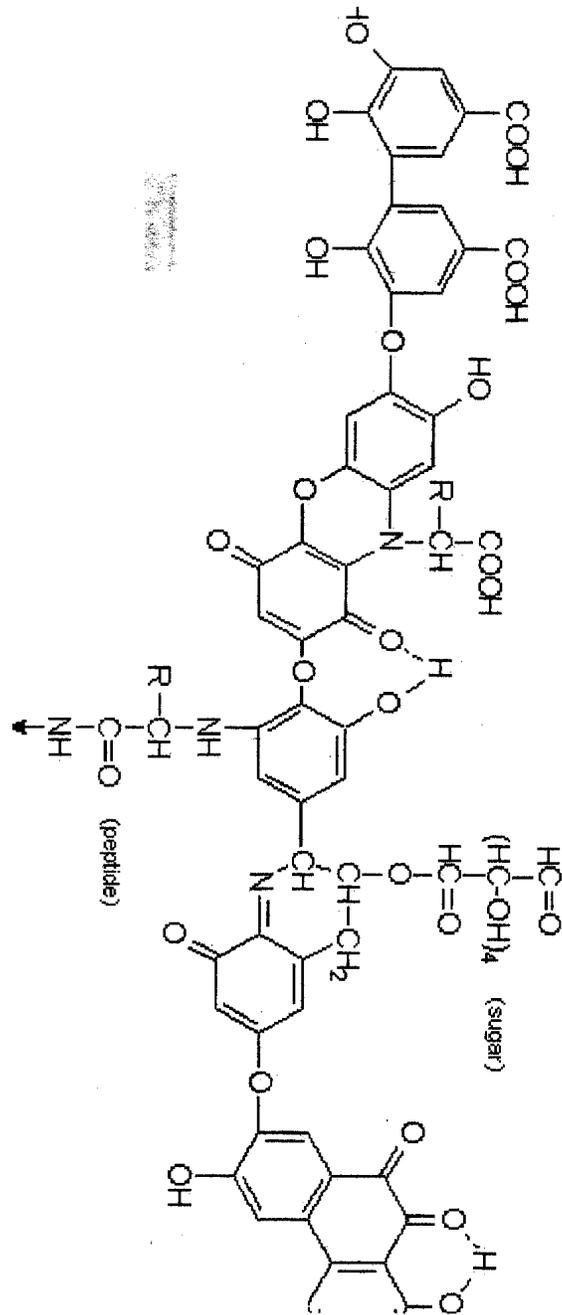


Figura 2.3. Modelo Estructural de Acidos Húmicos (Stevenson 1982)

Efecto de Sustancias Húmicas en Planta.

Una gran discrepancia existe entre los fisiólogos y nutriólogos vegetales, para discernir la o las diferencias entre crecimiento y desarrollo vegetal.

El crecimiento, significa aumento de tamaño. A medida que los organismos pluricelulares crecen no, sólo aumentan en volumen, si no también en peso, número de células, cantidad de protoplasma y complejidad, aún cuando no sea siempre fácil de medir (Salisbury y Ross, 1994).

Las sustancias húmicas, bajo ciertas condiciones, estimulan el crecimiento vegetal (Vaughan y Malcom, 1985), y afectan directa e indirectamente el proceso mencionado.

Intervienen en forma directa en una gran variedad de mecanismos, cómo son: la formación de raíces adventicias, síntesis de proteínas, división celular, entre otras y afectan indirectamente la disponibilidad de iones y su translocación dentro de las plantas (Linehan, 1977; Elgala et al, 1978; Rauthan y Schnitzer, 1981; Tyler y McBride, 1982; Vanghan y Malcolm, 1985; Kuiters y Mulder, 1993).

La mayoría de los experimentos, para establecer el efecto de las sustancias húmicas en el crecimiento vegetal, han sido establecida en arena e hidroponia en invernadero.

Bajo estas condiciones, hay poca duda de que las sustancias húmicas pueden aumentar el crecimiento de las plantas, en términos de incremento en longitud y peso fresco y seco, en función del tiempo, fuente de las sustancias húmicas y condiciones de cultivo (Guminski, 1968; Khristeva y Luk'Yanenko, 1962).

En forma general, la respuesta de cereales y hortalizas, ha sido más grande a los ácidos fúlvicos que a los ácidos húmicos, cuando se aplican bajas concentraciones (Khristeva y Manoilova, 1950; Sladky, 1959; Khristeva y Luk'Yanenko, 1962; Vaughan y Malcolm, 1985). Cuando se aplican concentraciones altas, el crecimiento se inhibe (Mylonas y MaCants, 1980; Ranthan y Schnitzer, 1981; Vaughan y McDonald, 1971; Légala et al, 1978; Guminski et al; 1965).

La respuesta de las plantas, depende de la concentración y de la especie vegetal (Kononova, 1961), aunque también de la fuente de las sustancias húmicas (Hernando et al, 1977; Mylonas y Mc Cants, 1980; Ortega et al, 1968), y de la variable a medir (Vaughan y Malcolm, 1985).

Vaughan y Linehan (1976), reportaron que los ácidos húmicos, incrementaron en un 29% el peso fresco de vástago, mientras que el correspondiente peso seco incrementa sólo el 13%.

Sladky (1959), afirmó que los ácidos fúlvicos, incrementaron la longitud de raíces de tomate, más que un testigo en un 10%, pero el peso seco y fresco fueron aumentado en un 245 y 390% respectivamente. Los ácidos húmicos, estimularon la

longitud de raíz en un 54% y de la parte aérea en 146%. Pero el contraste más marcado, fue cuando la longitud de la parte aérea, de plantas de tomate, tratados con ácidos fúlvicos, fue superior en 170%, mientras que las raíces, sólo aumentaron un 10%.

Un ejemplo muy claro del efecto de sustancias húmicas en el crecimiento de diferentes órganos, en plantas intactas fue presentado por Rauthan y Schnitzer (1981), para el efecto de ácidos fúlvicos en el crecimiento de pepinos. En este caso, los ácidos fúlvicos a concentraciones de 100 mg l^{-1} , incremento la longitud de raíz en 31% y el peso del tallo en 81%, el peso seco de la planta en 130%, el número de hojas por planta en 40% y el número de flores por planta en 145%.

En adición al incremento en longitud y peso fresco y seco, las sustancias húmicas pueden ejercer un efecto favorable en el desarrollo de raíces adventicias, en soluciones nutritivas (Kononova, 1961; Mylonas y Mc Cants, 1980; Smidova, 1960).

La composición y condiciones del medio de cultivo, son críticas para determinar la extensión a la cual, las sustancias húmicas pueden influenciar el crecimiento vegetal (Guminski et al; 1965).

Algunos trabajos usaron agua sola como medio de crecimiento y testigo (Smidova, 1960; Pokorna et al; 1963), y bajo estas condiciones, podría suponerse que las sustancias húmicas, aumentan el crecimiento de las plantas ya que proveen una fuente deseable de nutrientes (Vaughan y Malcolm, 1985).

Así Konova y Pankova (1960), demostraron que los ácidos húmicos aumentan la longitud de raíces de maíz, comparados con los controles de agua destilada.

Los ácidos húmicos, a altas concentraciones de 100 mg l^{-1} ; incrementan el peso fresco de raíces de trigo en presencia de agua (41%) que con una solución nutritiva (24%) (Smidova, 1960).

Sin embargo podría notarse que la presencia de nutrientes solo, aumenta el crecimiento de raíz en un 137%, cuando se comparó con agua sola.

Vaughan y Malcolm (1985), también encontraron efectos similares de los ácidos húmicos en el crecimiento de trigo de invierno, con una solución nutritiva Hoagland.

Estos resultados, ejemplifican que aunque los ácidos húmicos estimulan el crecimiento de plantas, cuando son comparados con agua. El efecto de nutrientes solos es usualmente más grande que los efectos de materiales húmicos.

Guminski et al; (1965) y Guminski, (1968), presentaron que los ácidos húmicos aumentaron el crecimiento de plantas de tomate en solución nutritiva, bajo condiciones de pobre aireación. Adicionalmente, igual después de la estimulación por ácidos húmicos bajo condiciones inadecuadas de aireación, las plantas de tomate fueron considerablemente más pequeñas, que cuando crecieron en solución nutritiva sola bajo condiciones aeróbicas adecuadas.

En raíces de tomate, producidas en solución nutritiva, los ácidos húmicos fueron más efectivos que los ácidos fúlvicos, en el aumento del crecimiento (Helanova y Sladky, 1967). Sin embargo, podría parecer que estas dos fracciones húmicas, influyen diferentes aspectos del crecimiento y los ácidos húmicos aumentan la elongación celular. Los ácidos fúlvicos producen efectos opuestos.

Schnitzer y Poapst (1967), demostraron que los ácidos fúlvicos estimulan la iniciación de la raíz en hipocotilos de frijol, *Phaseolus vulgaris*. La concentración óptima de los ácidos fúlvicos requeridos en los hipocotilos (300 a 600 mg/l), es considerablemente más grande que los 25 mg/l reportados por Linehan (1976), para raíces de tomate.

Estos mismos científicos, postularon que los grupos carboxilos y los hidroxilos fenólicos y alcohólicos de los ácidos fúlvicos, son los responsables de la influencia de estos ácidos en la raíz los hipocotilos, cómo un resultado de su actividad quelatante con el fierro.

Los carboxilos están involucrados en la iniciación de la raíz en plántulas de tomate, porque el ácido polimaleico es similar al ácido policarboxílico de los ácidos fúlvicos (Anderson y Russell, 1976).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el invernadero de alta tecnología del departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el año de 1999.

El material vegetal utilizado, fue el cultivar de tomate Río Grande (híbrido de crecimiento determinado). Las plántulas fueron obtenidas de la siembra de este cultivar en charolas de 200 cavidades utilizando perlita como sustrato.

Para el trasplante de la planta se utilizaron botes de plástico de 18 litros de volumen, perforadas para facilitar el drenaje del agua, como sustrato se utilizó para cada bote, 10 kilogramos de arena de río, también se colocó una capa de tezontle en el fondo del bote (maceta) para evitar la lixiviación de la arena.

La planta de tomate se trasplantó en la maceta cuando tenía 10 centímetros de altura y cuatro hojas verdaderas con 40 días de edad, y la maceta previamente saturada de agua.

Se realizaron dos experimentos similares en cuanto al número de tratamientos y variables a analizar, únicamente lo que los diferenció fue la fuente del nutrimento para la solución nutritiva Douglas mínima, ya que para el experimento 1, se utilizó como fuente materiales de grado reactivo y para el experimento 2, se utilizó como fuente fertilizantes comerciales.

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar, con arreglo factorial 2*3 con 3 repeticiones y 14 tratamientos (cuadro2).

Cuadro3.1. Relación de tratamientos utilizados en el presente estudio.

NUMERO	TRATAMIENTOS.
1	AHB al 0.2 ml/lit mas el 50% de la solución nutritiva Douglas
2	AHB al 0.4 ml/lit mas el 50% de la solución nutritiva Douglas
3	AHB al 0.6 ml/lit mas el 50% de la solución nutritiva Douglas
4	AHB al 0.2 ml/lit mas el 100% de la solución nutritiva Douglas
5	AHB al 0.4 ml/lit mas el 100% de la solución nutritiva Douglas
6	AHB al 0.6 ml/lit mas el 100% de la solución nutritiva Douglas
7	AHL 0.2 ml/lit mas el 50% de la solución nutritiva Douglas
8	AHL 0.4 ml/lit mas el 50% de la solución nutritiva Douglas
9	AHL 0.6 ml/lit mas el 50% de la solución nutritiva Douglas
10	AHL 0.2 ml/lit mas el 100% de la solución nutritiva Douglas
11	AHL 0.4 ml/lit mas el 100% de la solución nutritiva Douglas
12	AHL 0.6 ml/lit mas el 100% de la solución nutritiva Douglas
13	Solución nutritiva Douglas al 50%
14	Solución nutritiva Douglas al 100%

AHB= Acido Húmico extraído de composta, cuya base es estiércol de bovino.

AHL= son Acidos Húmicos provenientes de Leonardita (Humitron 12-L) fabricado por el Grupo Bioquímico Mexicano.

Los tratamientos se aplicaron cada semana, junto con la solución nutritiva y los riegos se realizaron cada tercer día.

Las variables analizadas fueron:

- * Número de racimos
- * Número de flores
- * Longitud de planta
- * Número de frutos
- * Peso del fruto

Al final del experimento 2, se realizó un análisis foliar para determinar la concentración de Mg, K, Fe, Ca, Cu, Zn, Mn, Fe utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica.

RESULTADOS

Número de racimos:

En los cuadros 1A y 2A se presentan los análisis de varianza para el número de racimos realizados a los experimentos 1 y 2 en donde se observa que para ambos casos únicamente se encontró diferencia estadística significativa para el efecto de los ácidos húmicos mas no así para las dosis utilizadas.

Por lo anterior en las figuras 4.1 y 4.2, se presenta la prueba de medias realizadas a la variable número de racimos en donde se tiene que para los dos experimentos el mayor número de racimos se obtuvo con el tratamiento 14, que corresponde a la aplicación únicamente de la solución nutritiva Douglas al 100% con un número promedio de 5 racimos por planta, siendo en todos casos superior a los tratamientos con ácidos húmicos independientemente de las fuentes y de las dosis utilizadas, ya que en este caso el tratamiento que la precede es el número 2 con la aplicación de ácido Húmico biológico extraído de composta y con el 50% de la solución nutritiva, con un promedio de 3.7 racimos por

planta, esto se puede observar mas detalladamente en las figuras 4.3 y 4.4, donde se muestra que no hay un efecto significativo entre las dosis en estudio.

Figura 4.1 Comparación de Medias en No de Racimos, Primer Experimento

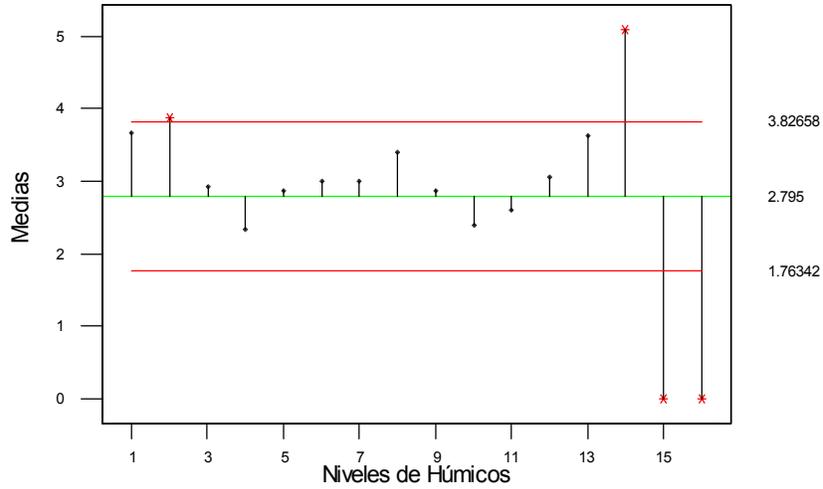


Figura 4.2 Comparación de Medias en No de Racimos, Segundo Experimento

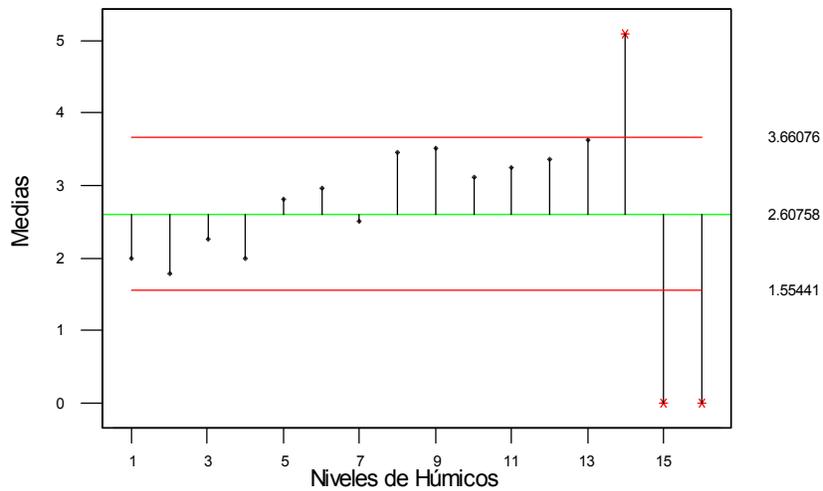


Figura 4.3 Efectos Principales en No de Racimos,
Primer Experimento

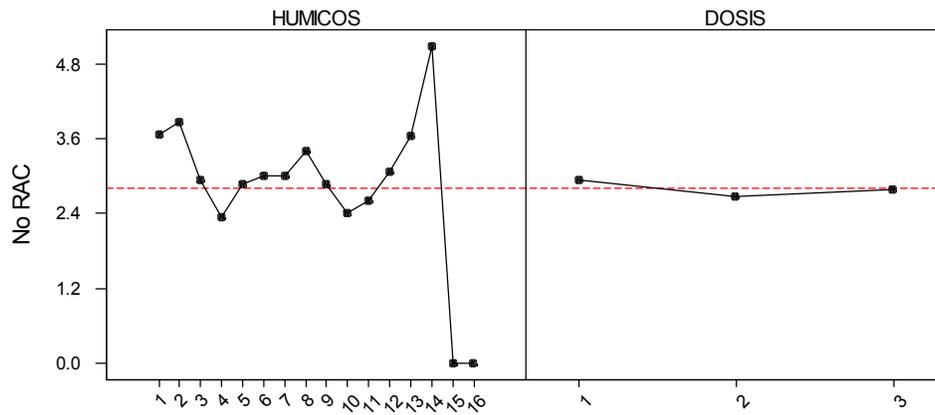
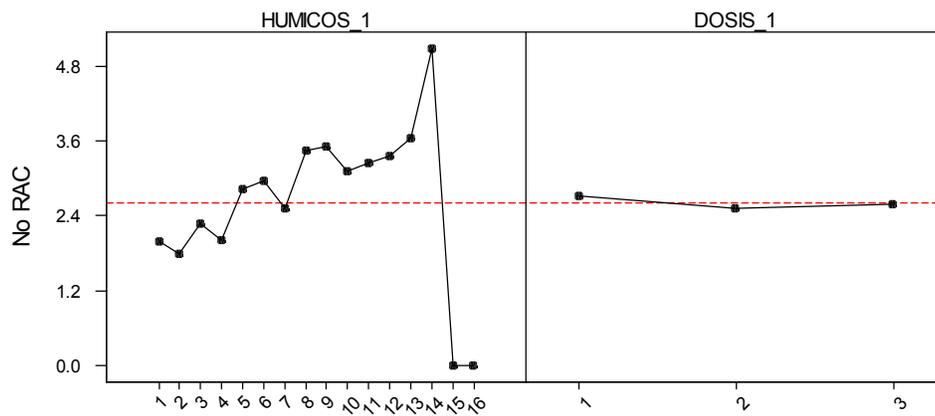


Figura 4.4 Efectos Principales en No de Racimos,
Segundo Experimento



Número de flores:

En los cuadros 3A y 4A se presentan los análisis de varianza para la variable número de flores realizados a los experimentos 1 y 2 en donde se observa que para ambos casos únicamente se encontró diferencia estadística significativa para el efecto de los ácidos húmicos mas no así para las dosis utilizadas, lo que coincide con los resultados obtenidos para las variable número de racimos.

Por lo anterior en las figuras 4.5 y 4.6, se presenta la prueba de medias realizadas a la variable número de flores en donde se tiene que para los dos experimentos el mayor número de flores se obtuvo con el tratamiento 14, que corresponde a la aplicación de la solución nutritiva Douglas al 100% con un número promedio de 4 flores por planta, siendo en todos casos superior a los tratamientos con ácidos húmicos de diferentes fuentes e independientemente también de las dosis utilizadas, esto se pude observar mas claramente en las figuras 4.7 y 4.8, donde se observa la diferencia muy marcada en la producción de flores cuando solo de solución nutritiva ya que prácticamente todos los tratamientos con Húmicos una sola flor mientras que el tratamiento 14 produce alrededor de 4 flores

Figura 4.5 Comparación de Medias en No de Flores, Primer Experimento

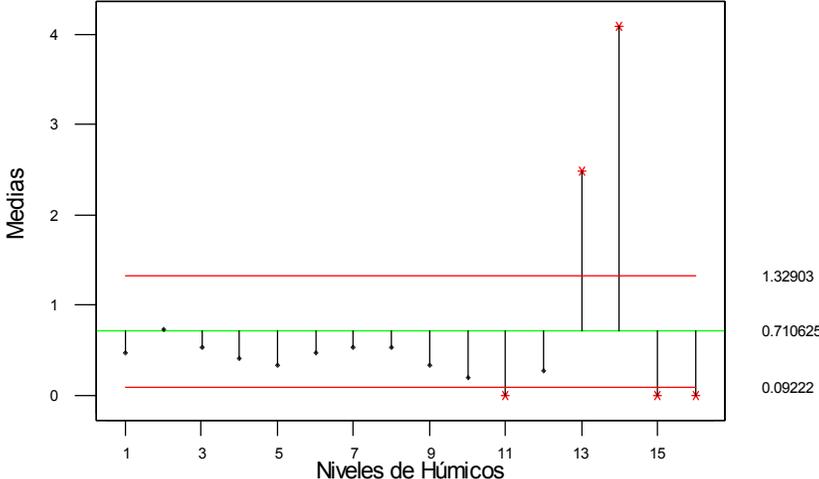


Figura 4.6 Comparación de Medias en No de Flores, Segundo Experimento

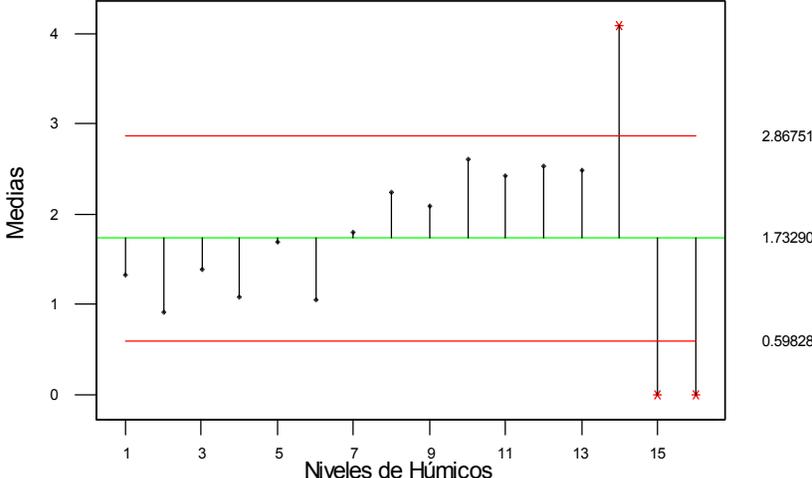


Figura 4.7 Efectos Principales en No de Flores, Primer Experimento

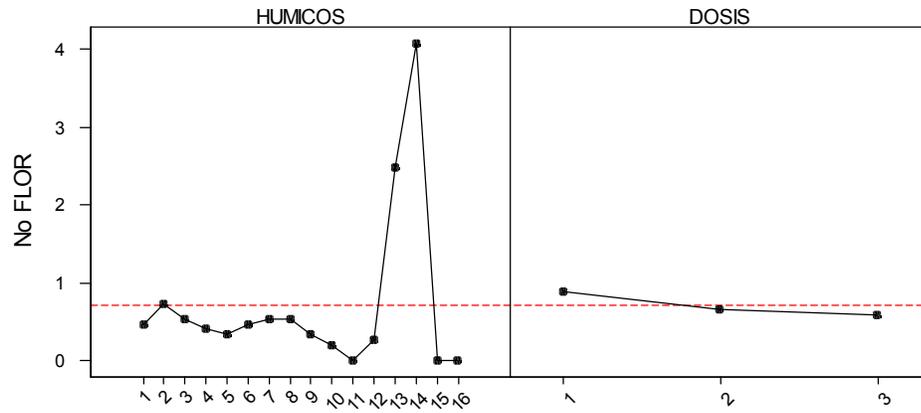
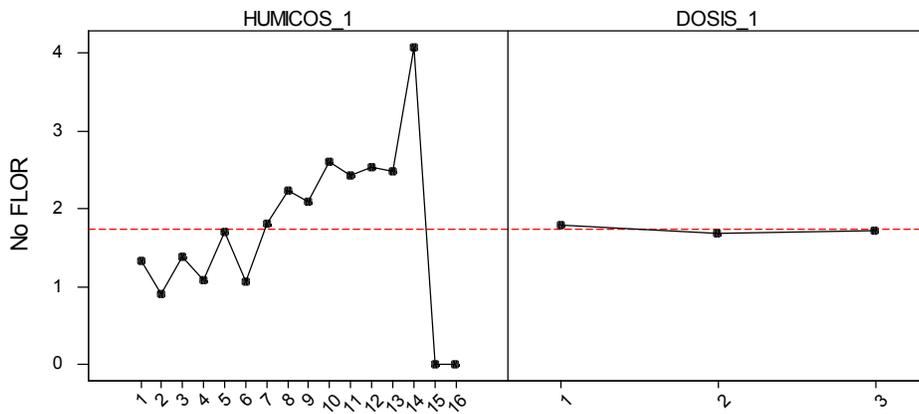


Figura 4.8 Efectos Principales en No de Flores, Segundo Experimento



Longitud de planta:

En los cuadros 5A y 6A se presentan los análisis de varianza para longitud de plantas realizados a los experimentos 1 y 2 en donde se observa que para ambos casos únicamente se encontró diferencia estadística significativa para el efecto de los ácidos húmicos mas no así para las dosis utilizadas.

Por lo anterior en las figuras 4.9 y 4.10, se presenta la prueba de medias realizadas a la variable longitud de planta en donde se tiene que para el experimento 1 la mayor longitud se obtuvo con el tratamiento 14, que corresponde a la aplicación de la solución nutritiva Douglas al 100% con un promedio de 100 cm. Por planta y para el experimento 2 la mayor longitud se obtuvo con el tratamiento 12 que corresponde a la aplicación de Acidos Húmicos mas el 100% de la solución nutritiva con un promedio de 102.6 cm por planta siendo en todos casos superior a los demás tratamientos con ácidos húmicos de diferentes fuentes e independientemente también de las dosis utilizadas, esto se pude observar mas claramente en las figuras 4.11 y 4.12.

Figura 4.9 Comparación de Medias en Longitud, Primer Experimento

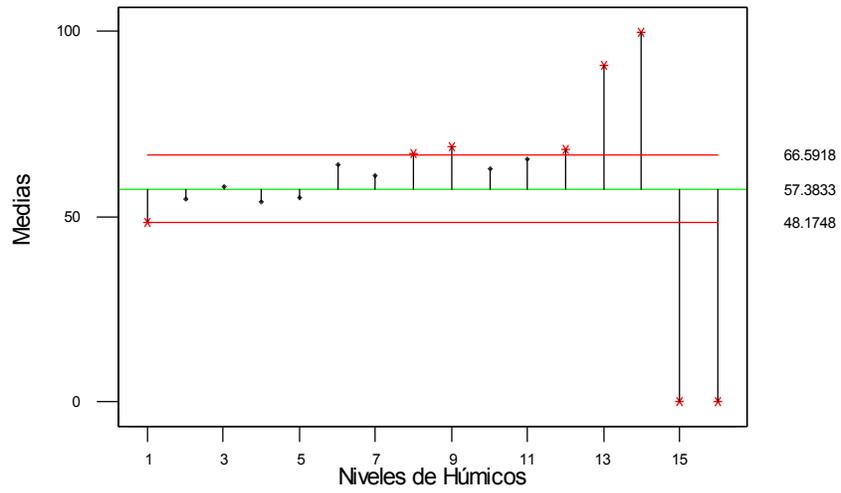


Figura 4.10 Comparación de Medias en Longitud, Segundo Experimento

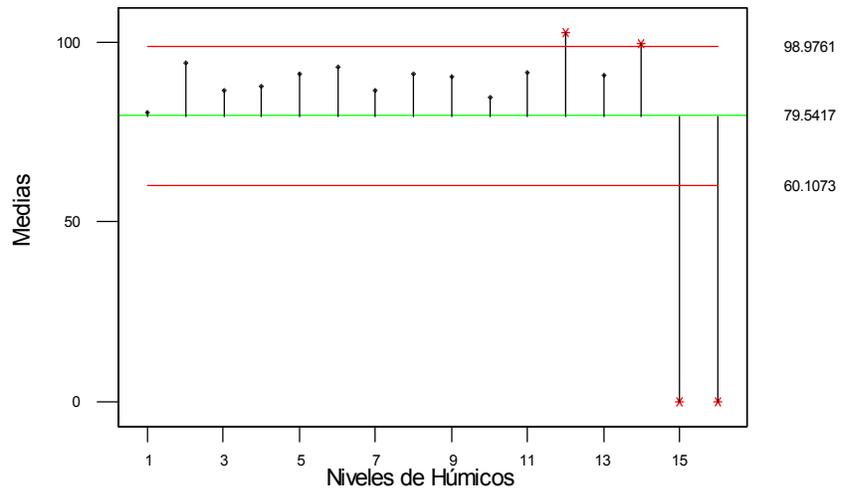


Figura 4.11 Efectos Principales en Longitud, Primer Experimento

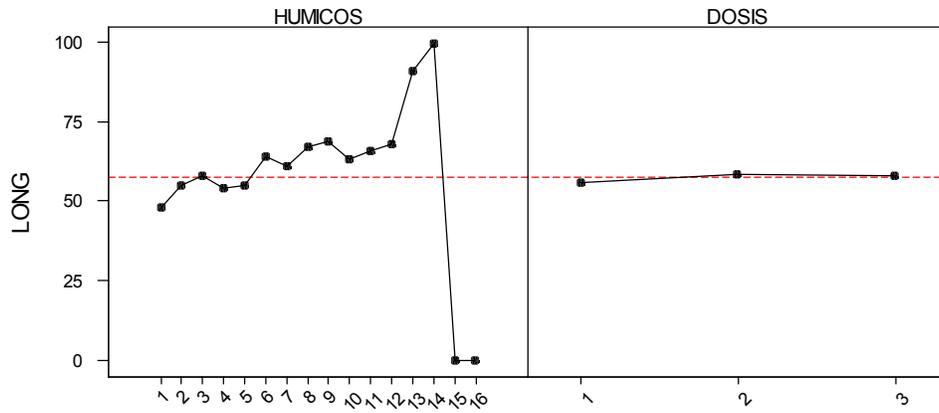
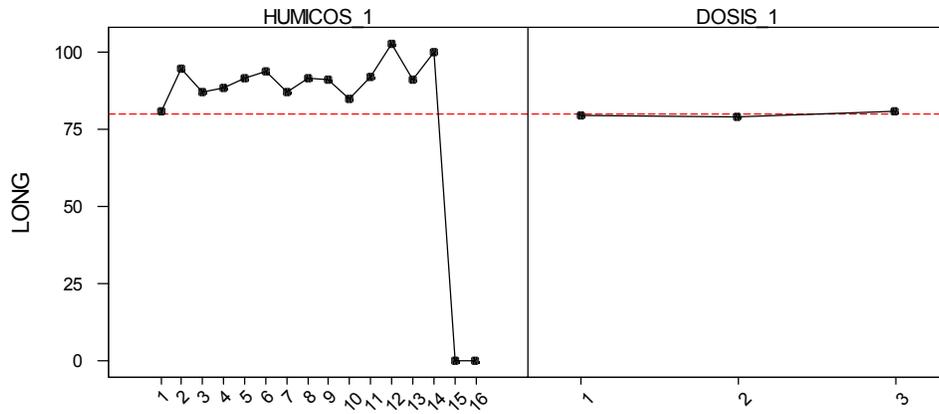


Figura 4.12 Efectos Principales en Longitud, Segundo Experimento



Número de frutos:

En los cuadros 7A y 8A se presentan los análisis de varianza para número de frutos por plantas realizados a los experimentos 1 y 2 en donde se observa que para ambos casos únicamente se encontró diferencia estadística significativa para el efecto de los ácidos húmicos mas no así para las dosis utilizadas.

Por lo anterior en las figuras 4.13 y 4.14, se presenta la prueba de medias realizadas a la variable número de frutos en donde se tiene que a diferencia de las otras variables analizadas, en el caso de número de frutos en ambos experimentos, el mejor tratamiento es el 12 que corresponde a la aplicación de Acidos Húmicos de Leonardita mas el 100% de la solución nutritiva y comportándose de manera muy similar al tratamiento número 14 que corresponde a la aplicación de la solución nutritiva Douglas al 100% con un promedio de 4.3 frutos por planta, pero únicamente en el experimento 1 y para el experimento 2 el mayor numero de frutos se obtuvo con el tratamiento 12 con un promedio de 5 frutos por planta siendo en todos casos superior a los tratamientos con ácidos húmicos de diferentes fuentes e independientemente también de las dosis utilizadas, esto se pude observar mas claramente en las figuras 4.15 y 4.16.

Figura 4.13 Comparación de Medias en No de Frutos, Primer Experimento

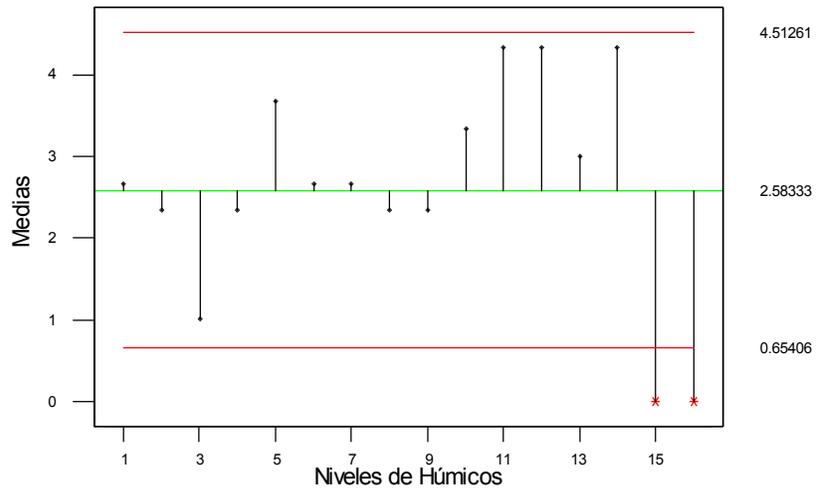


Figura 4.14 Comparación de Medias del No de Frutos, Segundo Experimento

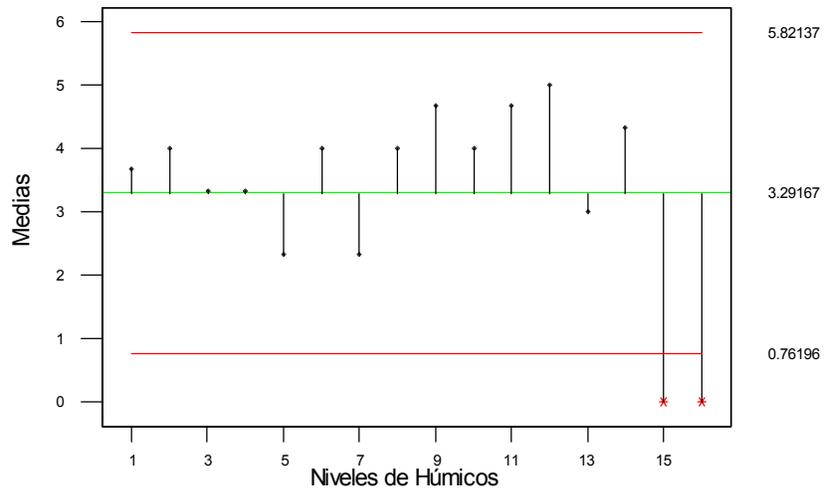


Figura 4.15 Efectos Principales en No de Frutos, Primer Experimento

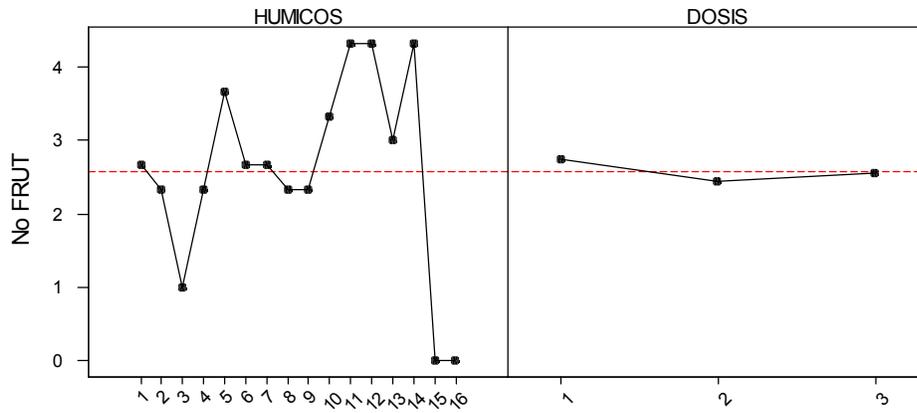
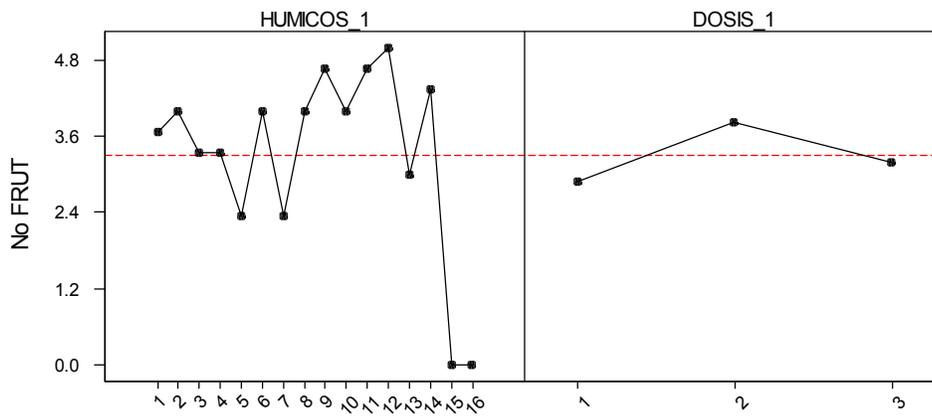


Figura 4.16 Efectos Principales en No de Frutos, Segundo Experimento



Peso del fruto:

En los cuadros 9A y 10A se presentan los análisis de varianza para peso de frutos por plantas realizados a los experimentos 1 y 2 en donde se observa que para ambos casos únicamente se encontró diferencia estadística para el efecto de los ácidos húmicos mas no así para las dosis utilizadas

Por lo anterior en las figuras 4.17 y 4.18, se presenta la prueba de medias realizadas a la variable peso de frutos en donde se tiene que para los dos experimentos el mayor peso se obtuvo con el tratamiento 11, que corresponde a la aplicación de Acidos Húmicos de Leonardita mas el 100% de la solución nutritiva con un peso promedio de 228 gr por planta para el experimento 1 y para el experimento 2 con un peso promedio de 325.42 gr por planta, siendo en todos casos superior a los tratamientos con ácidos húmicos de diferentes fuentes e independientemente también de las dosis utilizadas y si se compara con los rendimientos obtenidos con el tratamiento 14 es únicamente la solución nutritiva sin ácidos Húmicos, es mas alto el rendimiento de fruto en peso (gr) en el tratamiento 11, con la aplicación de Acido Húmico mas la solución nutritiva, esto se puede observar mas claramente en las figuras esto se pude observar mas claramente en las figuras 4.19 y 4.20.

Figura 4.17 Comparación de Medias en Peso, Primer Experimento

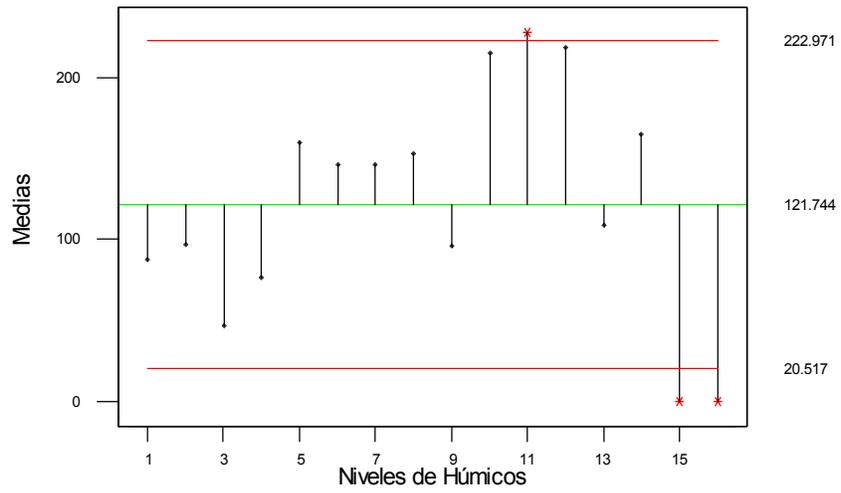


Figura 4.18 Comparación de Medias en Peso, Segundo Experimento

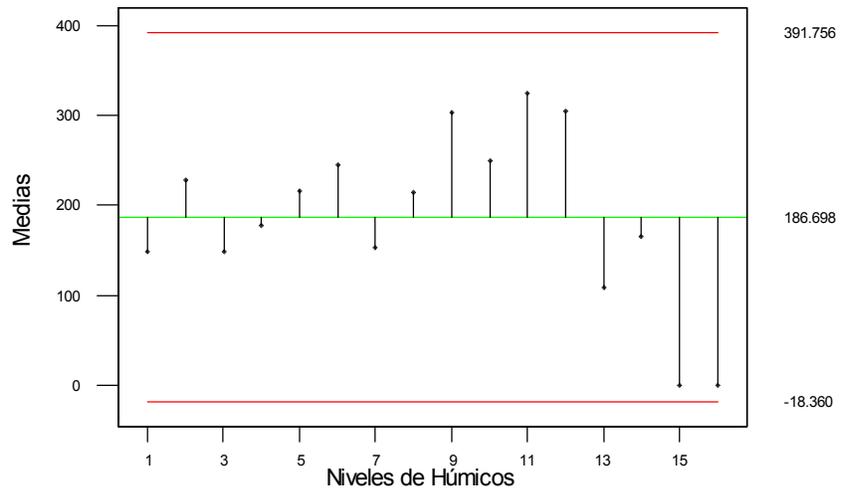


Figura 4.19 Efectos Principales en Peso, Primer Experimento

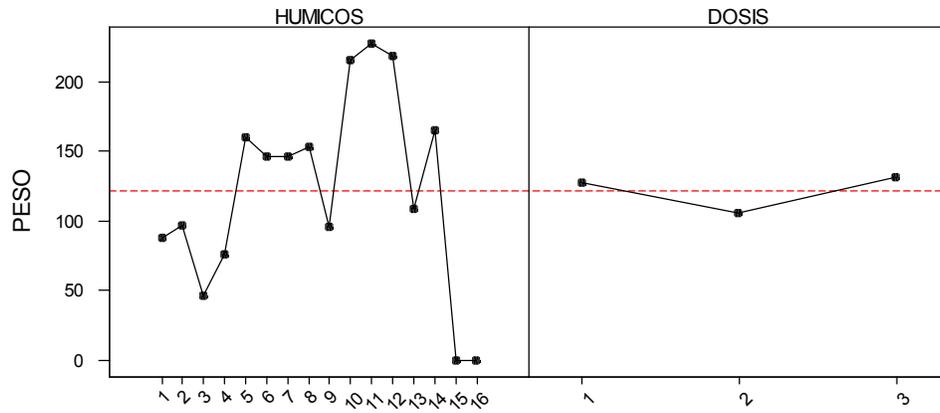
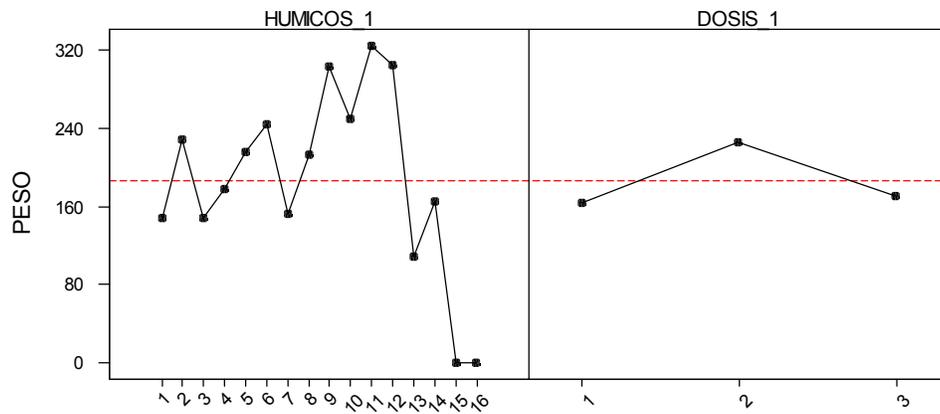
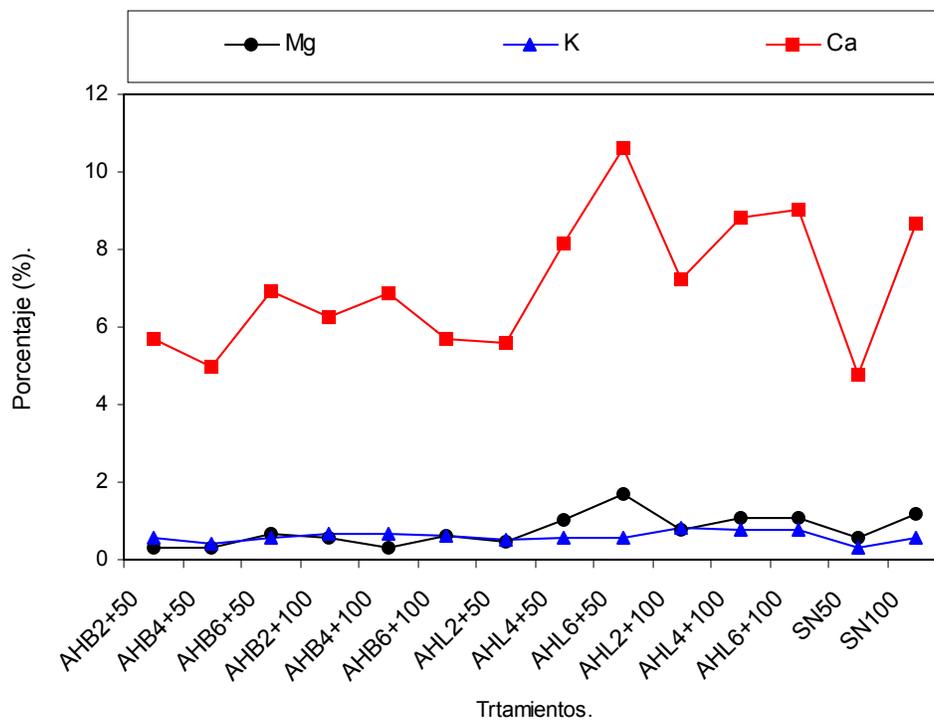


Figura 4.20 Efectos Principales para Peso, Segundo Experimento



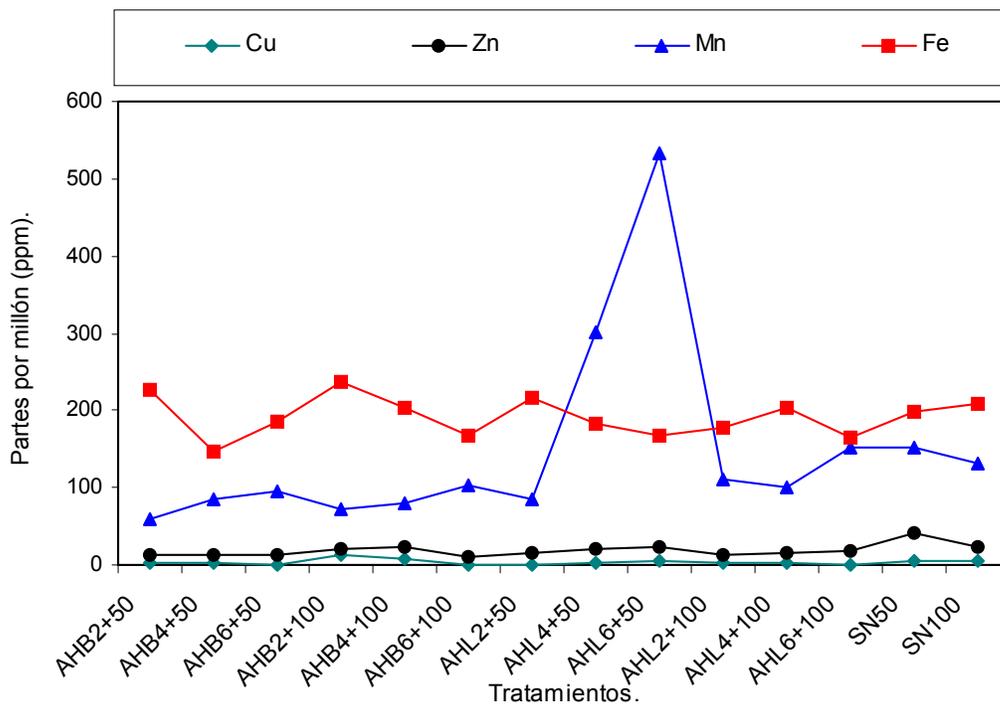
Al finalizar el experimento, se realizó un muestreo foliar para determinar algunos nutrimentos que se almacenan en la hoja después de la cosecha, los resultados de los análisis se presentan en la figura 4.21 en donde se observa; que en lo que se refiere a los nutrimentos Mg y K prácticamente la concentración nutrimental que la hoja antes de senescencia no varía en cuanto a los tratamientos en estudio, mientras que para el nutrimento Ca, la mayor concentración se obtuvo en las plantas correspondientes a la aplicación con el tratamiento a base de Acidos Húmicos de Leonardita con 0.6 ml/lt mas el 50% de la solución nutritiva.

Fig. 4.21 contenido (%) de Mg, K,y Ca en la hoja de tomate en la aplicación de Acidos Húmicos biológicos y de leonardita en condiciones de invernadero



En lo que se refiere a la concentración de Cu, Fe y Zn esta es muy similar en todos los tratamientos en estudio tal y como se muestra en la figura 4.22, sin embargo para la concentración de Mn se presenta el mismo caso que para Ca, ya que la mayor concentración de Mn en hojas después de la cosecha de fruto de tomate se tiene con la aplicación del tratamiento a base de Acido Húmico de Leonardita y 50% de la solución nutritiva.

Fig. 4.22 Contenido (ppm) de cu, Zn, Mn y Fe en hojas de tomate con la aplicación de Acidos Húmicos biológicos y de leonardita en condiciones de invernadero



DISCUSION

Racimos, Flores y Frutos:

La producción de tomate esta determinada principalmente por el número de racimos, flores y frutos, ya que en esta investigación para las tres variables en ambos experimentos, los mejores resultados se obtuvieron con aplicación de la solución nutritiva Douglas 100% (tratamiento 14), sin embargo a nivel de medias de rendimiento el tratamiento numero 12 que corresponde a la aplicación de ácidos húmicos de leonardita mas el 100% de solución nutritiva resulta muy similar al tratamiento 14 anteriormente mencionado.

En general se puede decir que con la aplicación de Acidos Húmicos de Leonardita mas la adición de la solución nutritiva 100% se muestra un mayor incremento en el número de racimos, flores y frutos; esto concuerda con Rauthan y Schitzer 1981, donde reportan que al aplicar Acidos Fúlvicos aumento en un 145% el número de flores por planta en pepino.

Longitud de Planta:

Al igual que las anteriores variables para el caso de longitud de planta la respuesta a la aplicación de los Acidos fueron similares entre tratamientos para ambos experimentos, sin embargo el tratamiento que mejor se comporto fue el número 12 que corresponde a la aplicación de Acidos Húmicos de Leonardita a concentraciones bajas, estos resultados obtenidos coinciden por lo reportado por Mylonas y MaCants, 1980.

Peso del Fruto:

Para la variable peso, el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue cuando se combino Acidos Húmicos de Leonardita mas el 100% de la solución nutritiva ya que en este caso fue cuando se encontró un incremento en la producción, esto coincide con lo reportado por Kononova, 1961, ya que las sustancias húmicas bajo ciertas circunstancias estimulan el crecimiento vegetal.

Estos resultados obtenidos son atribuidos que a que en concentraciones bajas, pudiera existir mayor efecto de asimilación de los nutrientes para el mejor desarrollo y productividad de las plantas, aunque algunas investigaciones realizadas reportan que depende de la concentración y de la especie vegetal, aunque también de la fuente de las sustancias húmicas y de la variable a medir.

Así mismo estos resultados pueden ser también debido al efecto benéfico de los ácidos húmicos, ya que estas intervienen en una gran variedad de mecanismos, como son la formación de raíces adventicias, síntesis de proteínas, división celular, lo que repercute en un mayor rendimiento de fruto. (Linehan 1977; Elgala et al.,1978; Rauthan y Schnitzer, 1981 y Mc Brider, 1982; Vanghau y Malcolm, 1985 y Kuiters y Mulder 1983).

CONCLUSIONES

El Acido Húmico de Leonardita presentó un comportamiento similar comparado con los Acidos húmicos Biológicos. Sin embargo las combinaciones de Acidos Húmicos de Leonardita mas el 100% de la solución nutritiva muestra un incremento significativo en la producción relacionada con el peso del fruto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con esta investigación utilizando la solución nutritiva Douglas al 100% y aumentar las dosis de los Acidos húmicos principalmente los biológicos para ver su efecto a una mayor concentración.

LITERATURA CITADA

- Aleksandrova, I. V. 1988. Problems of biochemistry of humus formation in the works of M. M. Kononova (dedicated to the 90th birthday anniversary). Pochvovedeniye, N°10.
- Amalfitano, C., Quezada, R. A., Wilson, M. A., and Hanna, J. V. 1995. Chemical composition of humic acids: a comparison with precursor "light fraction" litter from different vegetations using spectroscopy techniques. Soil Sci. 159: 391-401.
- Baes, A. U., and Bloom, P. R. 1990. Fulvic acid ultraviolet-visible spectra: influence of solvent and pH. Soil Sci. Soc. Am. J. 54(5), 1248-1254.
- Chen, Y., Senesi, N., and Schnitzer, M. 1978. Chemical and physical characteristics of humic and fulvic acids extracted from soils of the Mediterranean region. Geoderma 20: 87-107.
- Dormaar, J. F. 1972. Chemical properties of organic matter extracted from a number of Ah horizons by a number of methods. Can. J. Soil Sci. 52: 67-77.
- Felbeck, G. T. 1965. Structural Chemistry of Soil Humic Substances. Advances in Agronomy, volume 17. Academic Press.
- Ghosh, K. and Schnitzer, M. 1980. Macromolecular structures of humic substances. Soil Science. 29: 266-276.

- Hatcher, P. G., Schnitzer, M., Dennis, L. W. , and Maciel, G. E. 1981. Aromaticity of humic substances in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 1089-1094.
- Holtzclaw, K. M. , and Sposito, G. 1979. Analytical properties of the soluble, metal complexing fractions in sluge-soil mixtures: IV. Determination of carboxil groups in fulvic acid. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 318-323.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). 1997. Cultivos anuales de México.
- Khan, S. U., and Schnitzer, M. 1971. Sephadex gel filtration of fulvic acid: The identification of major components in two low molecular weight fractions. *Soil Sci.* 112:231-238.
- Kumada, K.1965.
- Manunza, B. ,Deiana, S., Maddav, V., Gessa, C, and Seeber, R. 1995. Stability constants of metal-humate complex: Titration data analyzed by bimodal Gaussian distribution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1570-1575.
- Piccolo, A., and Mbagwu, J. S. C. 1990. Effects of different organic waste amendements on soil microaggregates stability and molecular size of humic substances. *Plant and Soil*, 123: 27-37.
- Piccolo, A., and Stevenson, F. J. 1982. Infrared spectra of Cu^{2+} , Pb^{2+} , and Ca^{2+} complexes of soil humic substances. *Geoderma*, 27: 195-208.
- Preston, C. M., and Blackwell, B. A. 1985. Carbon-13 nuclear magnetic resonance for a humic acid and fulvic acid: Signal-to-noise optimization, quantitation, and spin-echo techiques. *Soil Sci.* 139: 88-96.
- Rodriguez, R. R; J. Tabares. 1997. Cultivo moderno del tomate. Ed. Mundi Prensa. México.
- Salisbury, F.B. 1994. Fisiología vegetal. Editorial iberoamericana. México.

- Schnitzer, M. 1978. Humic Substances: Chemistry and Reactions: in Soil Organic Matter (Ed.) Schnitzer y Khan. Soil Organic Matter. Elsevier, Amsterdam.
- Schnitzer, M. And Khan, S. U. 1972. Humic Substances in the Environment. Dekker, New York.
- Schnitzer, M. And Schulten, H-R. 1995. Analysis of organic matter in soil extracts and whole soils by pyrolysis-mass spectrometry. (Ed.) D.L. Sparks. Advances in Agromomy, volume 55: 167-217. Academic Press.
- Schnitzer, M., and Schulten, H. R. 1992. The analysis of soil organis matter by pyrolisis-field ionization mass spectrometry. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1811-1817.
- Schnitzer, M., and Skinner, S. I. M. 1962. Organo-Metallic interactions in soil: 1. Reactions between a number of metal ions and the organic matter of a podzol Bh horizon. Can. J. Of Soil Sci. Oct. 22: 86-93.
- Schnitzer, M., Kodama, H., and Schulten, H.R. 1994. Mineral effects on the pyrolisis-field ionization mass spectrometry of fulvic acid. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 1100-1107.
- Senesi, N. 1994. Spectroscopic studies of metal ion-humic substance complexation in soil. 15th World Congress of Soil Science. Vol. 3^a. Comission II. Acapulco, México.
- Sorge, C., Schnitzer, M., Leinweber, P., and Schulten, H-R. 1994. Molecular-chemical characterization of organic matter in whole soil and particle-size fractions of a Spodosol by pyrolysis-field ionization mass spectrometry. Soil Sci. 158: 189-203.
- Sposito, G., Holtzclaw, K. M. ,and Bahan, J. 1976. Analytical properties of the soluble, metal-complexing fractions in sludge-soil mixtures: II. Comparative structural chemistry of fulvic acid. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 691-698.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry. Wiley, New York.

Schnitzer, M. and Schulten, H-R. 1995. Analysis of organic matter in soil extracts and whole soils by pyrolysis-mass spectrometry. (Ed.) D.L. Sparks. *Advances in Agronomy*, volume 55: 167-217. Academic Press.

Stevenson, F. L., and Schnitzer, M. 1981. Transmission electron microscopy of extracted fulvic and humic acids. *Soil Sci.* 133: 197-185.

Valadez, A. 1998. *Producción de Hortalizas*. Editorial Limusa., México, D. F.

Wilson, M. A., Heng, S., Goh, K. M., Pugmire, R. J., and Grant, D. M. 1983. Studies of litter and acid insoluble soil organic matter fractions using ^{13}C -cross polarization nuclear magnetic resonance spectroscopy with magic angle spinning. *Journal of Soil Sci.*, 34: 83-97.

APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para el número de racimos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P
HUMICOS	15		73.3420		73.3420	4.8895 14.33 0.000 **
DOSIS	2		0.6255		0.6255	0.3128 0.92 0.411 NS
Error	30		10.2387		10.2387	0.3413
Total	47		84.2062			

Cuadro 2A. Análisis de varianza para el número de racimos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P
HUMICOS	15		75.8120		75.8120	5.0541 13.77 0.000 **
DOSIS	2		0.3135		0.3135	0.1567 0.43 0.656 NS
Error	30		11.0104		11.0104	0.3670
Total	47		87.1359			

Cuadro 3A. Análisis de varianza para el número de flores, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P
HUMICOS	15		73.3420		73.3420	4.8895 14.33 0.000 **
DOSIS	2		0.6255		0.6255	0.3128 0.92 0.411 NS
Error	30		10.2387		10.2387	0.3413
Total	47		84.2062			

Cuadro 4A. Análisis de varianza para el número de flores, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P
HUMICOS	15		48.6272		48.6272	3.2418 7.45 0.000 **
DOSIS	2		0.0856		0.0856	0.0428 0.10 0.907 NS
Error	30		13.0573		13.0573	0.4352
Total	47		61.7701			

Cuadro 5A. Análisis de varianza para longitud, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P
HUMICOS	15		30311.6		30311.6	2020.8 75.97 0.000 **
DOSIS	2		67.7		67.7	33.9 1.27 0.295 NS
Error	30		798.0		798.0	26.6
Total	47		31177.3			

Cuadro 6A. Análisis de varianza para longitud, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P		
HUMICOS	15		44649.9		44649.9	2976.7	23.33	0.000 **
DOSIS	2		27.5		27.5	13.8	0.11	0.898 NS
Error	30		3828.5		3828.5	127.6		
Total	47		48505.9					

Cuadro 7A. Análisis de varianza para número de frutos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P		
HUMICOS	15		81.667		81.667	5.444	4.39	0.000 **
DOSIS	2		0.792		0.792	0.396	0.32	0.729 NS
Error	30		37.208		37.208	1.240		
Total	47		119.667					

Cuadro 8A. Análisis de varianza para número de frutos, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P		
HUMICOS	15		100.583		100.583	6.706	3.47	0.002 **
DOSIS	2		7.292		7.292	3.646	1.88	0.169 NS
Error	30		58.042		58.042	1.935		
Total	47		165.917					

Cuadro 9A. Análisis de varianza para el peso del fruto, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 1.

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P		
HUMICOS	15		225185		225185	15012	4.56	0.000 **
DOSIS	2		5826		5826	2913	0.88	0.423 NS
Error	30		98787		98787	3293		
Total	47		329798					

Cuadro 10A. Análisis de varianza para el peso del fruto, con la prueba de ajuste de suma de cuadrados en el experimento 2

Fuente	gl	S.C	S.C.Aj	C.M	F	P		
HUMICOS	15		413869		413869	27591	2.11	0.040 *
DOSIS	2		36893		36893	18447	1.41	0.260 NS
Error	30		392396		392396	13080		
Total	47		843158					

Cuadro11A medias de las variables analizadas en el experimento 1 en el cultivo del tomate

Tratamientos	No de racimos	No de flores	Longitud (CM)	No de Frutos	Peso del fruto (Gr).
1	3.66	0.46	48.8	2.66	87.66
2	3.86	0.73	54.73	2.33	97.3
3	2.93	0.53	57.96	1.0	46.6
4	2.33	0.40	54.06	2.33	76.53
5	2.86	0.33	55.1	3.66	160.2
6	3.0	1	64.16	0.46	48.8
7	3.0	0.53	60.9	2.66	146.4
8	3.4	0.53	67.13	2.33	153.63
9	2.86	0.33	68.66	2.33	36.26
10	2.4	0.20	62.96	3.33	215.66
11	2.6	0	65.6	4.33	228.0
12	3.06	0.26	69.76	4.33	218.9
13	3.73	0.13	65.63	2.0	81.0
14	4.8	0.26	78.56	4.0	164.13

Cuadro12A medias de las variables analizadas en el experimento 2 en el cultivo del tomate

Tratamientos	No de racimos	No de Flores	Longitud (cm)	No de frutos	Peso del fruto (Gr)
1	1.99	1.33	80.66	3.66	148.4
2	1.78	0.90	94.33	4	228.46
3	2.26	1.39	86.66	3.33	148.4
4	1.99	1.086	88.0	3.33	177.43
5	2.81	1.69	91.33	2.33	215.36
6	2.96	1.056	93.33	4	244.86
7	2.51	1.803	86.66	2.33	152.5
8	3.45	2.236	91.33	4	213.73
9	3.51	2.086	90.66	4.66	303.7
10	3.11	2.603	84.66	4	249.66
11	3.21	2.42	91.66	4.66	325.43
12	3.35	2.54	102.66	5	304.93
13	3.63	2.48	91.0	3	109.03
14	5.08	4.08	99.66	4.33	165.23