

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Efecto de tres sustancias húmicas en el crecimiento y
producción de chiles “chilaca” en invernadero.**

Por

Juan Carlos Romo Arellano.

TESIS

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Buenavista Saltillo Coahuila México.
Diciembre del 2004**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Efecto de tres sustancias húmicas en el crecimiento y producción de chiles “chilaca” en invernadero.

Por

Juan Carlos Romo Arellano.

TESIS

Que someto a consideración del H. Jurado Examinador , como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura .

Aprobada por:

Dr. Alfonso Reyes López
Presidente del Jurado

Dr. Rubén López Cervantes
Sinodal

Ing. Guillermo Gonzáles Rosales
Sinodal

M.C. Reynaldo Alonso Velasco
Sinodal

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista Saltillo Coahuila México. Diciembre del 2004

AGRADECIMIENTOS

A DIOS y a mis padres por darme la vida y la oportunidad de disfrutar este mundo.

En especial a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional para que su hijo estudie y se prepare.

Agradezco a la institución por brindarme un espacio para la educación y preparación para un futuro en el campo mexicano.

Agradezco a mis maestros amigos y compañeros por su amistad y tiempo que disfrutamos en el transcurso de estos cuatro años y medio en la Venerable Antonio Narro.

Al Dr. Rubén López Cervantes por su apoyo, tiempo dedicado a nosotros y sobre todo la amistad que nos brindo en el transcurso de la elaboración de este trabajo.

Al ingeniero y próximo M.C Guillermo por su compañerismo y amistad, en el transcurso de la elaboración de este trabajo de investigación.

A Heriberto Martines Lara por su amistad y apoyo durante todo el tiempo que he estado en la Universidad.

A la Secretaria Pati por su amistad tan sincera y apoyo .

A mi esposa por su cariño y comprensión.

A mi tía Juanita, y mis primas Cheli, Mari, Vero Y Mela por su apoyo amistad y a Jesé Luis por su amistad.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mis padre y hermano por su cariño y comprensión durante toda la vida

A mi padre Rogelio Romo Valadez, y mi madre Juana Maria Arellano de la Rosa

A mis hermanos

Maria Isabel, Miguel, Rogelio (Wally), Lupita, Nolberta, Mague, Gorge, Juan Pablo y Rut Adriana.

Dedicada especialmente para Karla Guadalupe Romo Rodríguez(+). A mi hija que me cambio la vida y que extraño desde que nos dejo y a la niña que mas he amado.

Y a la mujer que pasara toda la vida conmigo a mi esposa Maria de Lourdes y a mi hijo que me dará la alegría de nacer pronto.

ÍNDICE

Agradecimiento	i
Dedicatoria	ii
Índice	iii
Índice de cuadros	iii
Introducción	1
Revisión Bibliográfica	2
Materia orgánica	2
Las Substancias Húmicas en el Crecimiento Vegetal	3
Materiales y Métodos	6
Resultados	8
Discusión	20
Conclusión	21
Literatura Citada	22

ÍNDICE DE CUADROS Y Figuras

Figura 1: Clasificación y propiedades químicas de las sustancias húmicas (Stevenson 1982 citado por Bohn 1993)	3
Cuadro 1.- Porcentaje, acidez total (AT), y grupos funcionales carboxílicos (COOH) y oxidrilos (OH), de las sustancias húmicas aplicadas a chile “chilaca,” en invernadero.....	7
Cuadro 2.- Tratamientos adicionados a chile “chilaca,” en invernadero.....	7
Cuadro 3: Concentrado del análisis de varianza de las variables medidas al chile “chilaca”, al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen en invernadero.....	8
Figura 2: Longitud de planta de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	9
Figura 3: Diámetro de tallo de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	9
Figura 4. Días a floración de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	10
Figura 5. Botón floral de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	10
Figura 6. Flor abierta de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.	11
Figura 7. Número de frutos de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	11
figura 8. Número total de frutos cosechados por planta de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.	12
Figura 9 Peso de fruto de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.	12
Figura 10. Longitud de fruto de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	13
Figura 11 Peso de chile por planta al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	13
Figura 12, Rendimiento total de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.....	14
Figura 13.- Contenido de potasio, calcio y magnesio de tejido vegetal de follaje de chile “chilaca” a mitad del ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.....	14
Figura 14.-Contenido de potasio, calcio y magnesio de tejido vegetal de follaje de chile chilaca al término del ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.....	15
Figura 15.-Contenido de manganeso, cobre, fierro, zinc y sodio en tejido vegetal de follaje de chile “chilaca” a medio ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero...	16
Figura 16.-Contenido de manganeso, cobre, fierro, zinc y sodio de tejido vegetal de follaje de chile “chilaca” al final del ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.	16
Figura 17.- contenido de nitrógeno en suelo al término del ciclo.....	17
Figura 18.-Contenido de fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, fierro, zinc, y sodio en suelo al término del ciclo.....	18
Figura 19.- Conductividad eléctrica y pH en suelo al término del cultivo.....	18
Figura 20.- Capacidad de intercambio catiónico en suelo al término del ciclo.....	19

INTRODUCCIÓN

El chile es una de las hortalizas de mayor tradición en nuestro país, porque está considerado como alimento básico dentro de la dieta de los mexicanos, ya sea para su consumo en fresco o procesado. Además, es de gran importancia económica por la gran cantidad de jornales necesarios. Los modos de producción son muy variados, sin embargo, en los últimos 10 años ha tomado gran auge producirlo bajo condiciones de invernadero con fertirriego, para obtener mayores producciones y de alta calidad para exportación, principalmente a los Estados Unidos y Canadá.

En México, en los últimos 15 años, gracias al auge de la agricultura sostenible, el uso de sustancias húmicas (SH) se ha incrementado dentro de los modos de producción de hortalizas (Reyes et al., 1999). Las sustancias húmicas son los ácidos húmicos, los ácidos fúlvicos y las huminas residuales y son definidas como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química muy compleja, distinta y más estable que su forma original y pueden provenir de la degradación de residuos de plantas y animales, gracias a la actividad enzimática de los microorganismos (Stevenson, 1982; Fründ et al., 1994; Schnitzer, 2000) y por metamorfismo de residuos orgánicos, después de millones de años sepultados por arcillas en deltas de ríos (minerales fósiles) (Escobar, 2001, comunicación personal).

Las sustancias húmicas producen múltiples beneficios a la agricultura, ya que se infiere que intervienen directa e indirectamente en el crecimiento vegetal; no hay evidencia de que las mencionadas sustancias húmicas intervengan directamente en una gran cantidad de procesos fisiológicos de la planta, como son la formación de raíces adventicias, respiración de raíces y síntesis de proteínas e indirectamente en la disponibilidad de iones y su traslocación dentro de la planta (Vaughan y Malcolm, 1985; Kuiters y Mulder, 1993), es decir, actúan como suplidores y reguladores de la nutrición vegetal en forma similar a los intercambiadores de iones sintéticos (quelatos) (Schnitzer, 1991; Orlov, 1995).

Por lo comentado, el Objetivo del presente trabajo fue: determinar el efecto de tres sustancias húmicas en el crecimiento y producción de chile “chilaca,” en invernadero.

Y como Hipótesis: las sustancias húmicas aumentan el crecimiento y la producción del chile “chilaca,” en invernadero.

REVISIÓN BIBLIORGÁFICA

La Materia Orgánica del Suelo

El término materia orgánica del suelo (MOS), se refiere al conjunto de 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 microbiológicamente y/o químicamente de productos desmenuzados y de cuerpos vivos y muertos de microorganismos y pequeños animales que permanecen descompuestos. Por convención, es dividida en dos grupos: sustancias no húmicas y húmicas (Schnitzer y Schulten, 1995; Schnitzer, 2000).

Las sustancias no húmicas son los carbohidratos, proteínas, grasas, ceras, resinas, pigmentos y ácidos orgánicos de bajo peso molecular (Atlas, 1984), éstos son relativamente fácil de descomponer por los microorganismos, por lo que tienen poca duración en el suelo, mientras que la celulosa, hemicelulosa y lignina por su estructura molecular son difíciles de alterar (Aleksandrova, 1994; Schnitzer y Schulten, 1995; Yano et al., 1998) y se les considera los principales “precursores” de las sustancias húmicas (Fründ et al., 1994; Orlov, 1995).

La transformación de las sustancias no húmicas en húmicas se efectúa en dos procesos: la mineralización y la humificación. La primera es la formación de compuestos, en general solubles (nitratos y fosfatos) o gaseosos (CO_2), por la acción de microorganismos y la segunda consiste en la síntesis y/o unión química y/o biológica de compuestos de la degradación de residuos de plantas y animales, por la actividad enzimática de los microorganismos (Duchaufour, 1984; Fründ et al., 1994).

La humificación origina las sustancias húmicas (SH), las cuales son una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y mas estable que su forma original, provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos (Schnitzer, 2000). De acuerdo a su solubilidad en álcalis y ácidos, las sustancias húmicas se clasifican en ácidos húmicos (AH) y ácidos fúlvicos (AF), los cuales son macromoléculas aromáticas complejas, muy estables, con estructura polimérica en forma de círculos, cadenas, racimos, ciclos aromáticos y condensados, con aminoácidos, amino-azúcares, péptidos y compuestos alifáticos (Stevenson,

1982; Schnitzer y Schulten, 1995; Schnitzer, 2000). Las características de las sustancias se presentan en la Figura 1.

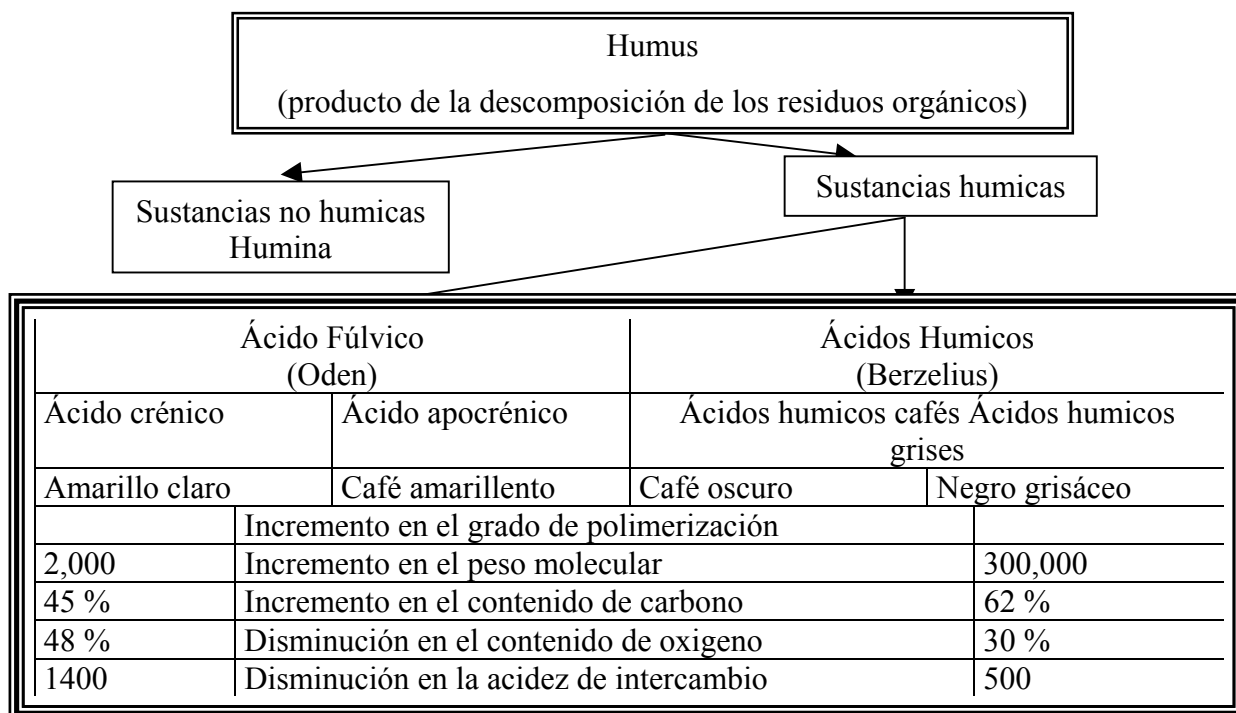


Figura 1: Clasificación y propiedades químicas de las sustancias humicas (Stevenson 1982 citado por Bohn 1993)

Las Sustancias Húmicas en el Crecimiento Vegetal

Para los fisiólogos vegetales el criterio fundamental del crecimiento, es el aumento en tamaño del vegetal completo, aunque en ocasiones es difícil de medir, sobre todo por la distribución de la raíz (Salisbury y Ross, 1994).

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 accionar de los ácidos fúlvicos en el crecimiento de pepinos, en este caso, los ácidos fúlvicos a concentraciones de 100 mg L^{-1} incrementaron la longitud de raíz en 31 %, 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 %, con respecto a plantas donde se adicionaron cantidades superiores a la mencionada de las sustancias.

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 (Vaughan y Malcolm, 1985). En raíces de tomate, producidas en solución nutritiva, los ácidos húmicos fueron mas efectivos que los ácidos fúlvicos en el aumento del crecimiento (Schnitzer, 1991), sin embargo, podría parecer que estas dos fracciones húmicas influyen diferentes aspectos del crecimiento y solo los ácidos húmicos aumentan la elongación celular, mientras que los ácidos fúlvicos producen efectos opuestos.

Se infiere que los ácidos húmicos y fúlvicos, pueden complejar y/o quelatar los cationes y colocarlos disponibles para las raíces, sin embargo, no está bien establecido el o los mecanismos mediante el cual o los cuales sucede lo anterior, por ello Schnitzer y Poapst (1967), Schnitzer (1978, 1991, 2000) y Orlov (1995), postularon que los grupos carboxilos e hiroxilos fenólicos y alcohólicos de los ácidos húmicos y fúlvicos, son los responsables de lo anterior, porque más del 80 % de la estructura molecular de los ácidos está formada por estos grupos funcionales.

Según Stevenson (1982), Orlov (1995), Harter y Naidu (1995) y Schnitzer (2000), los ácidos húmicos y fúlvicos pueden complejar y/o quelatar cationes, por ejemplo, los elementos metálicos son más rápidamente adsorbidos que los alcalino-térreos, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres. Aquí dominan los grupos funcionales carboxilos, estimados entre 500 y 900 meq/100g para los ácidos húmicos y los oxhidrilos fenólicos, cuya cantidad no es más de 1400 meq/100g para los ácidos fúlvicos, porque más del 80 % de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados. Además, se ha propuesto (Orlov, 1995; Schnitzer, 2000) que la estructura policarboxílica de los ácidos fúlvicos les propicia actuar de manera similar a los ácidos polimaléico e indolacético, lo que produce una respuesta similar de las plantas.

La complejación y/o quelatación de cationes, es probablemente el más importante papel de las sustancias húmicas con respecto a los sistemas vivos (vegetales), porque al quelatar los iones, ellos facilitan la disponibilidad de éstos para algunos mecanismos, uno de los cuales es prevenir su precipitación y otro puede ser su influencia directa en la disponibilidad de los iones (Bingman, 1997), por ejemplo, la adición de ácidos fúlvicos, tuvo

como consecuencia que el hierro fuera más abundante en el tejido vegetal de follaje de tomate (Cuevas, 2001) y el calcio en melón (Serna, 2001).

La respuesta de las plantas a los ácidos fúlvicos es mas grande que a los ácidos húmicos cuando son adicionados en bajas concentraciones (Schnitzer, 2000), por ejemplo, en plantas de tomate los ácidos húmicos unidos al hierro, estimulan la longitud de raíces en 54 % y tallos en 146 % mas que el testigo, cuando las plantas fueron producidas en solución nutritiva. El contraste fue marcado al producir plantas con ácidos fúlvicos, porque la longitud del tallo fue 170 % superior al testigo, mientras que la de raíces fue solo del 10 % mas que el testigo (Vaughan y Malcolm, 1985; Reyes et al., 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

El trabajo se realizó en un invernadero del *Campus* sede de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro,” localizada en la Ex – Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, a los 25° 23’ de latitud norte, a los 101° 00’ de longitud oeste y a una altura de 1742 msnm (Figura 2).

Metodología

En “charolas” germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, con una mezcla de peat moss y “perlita” a una relación de 1:1 como sustrato, fueron producidas plántulas de chile “chilaca” del cv. Joe Parker. Cuando las plántulas presentaron cuatro hojas verdaderas, con una altura promedio de 12 cm⁻¹, fueron trasplantadas en macetas que contenían 18 kg⁻¹ del horizonte Ap de un Calcisol (WRB, FAO/UNESCO,1994).

Los tratamientos consistieron en tres sustancias húmicas extraídas de composta elaborada con estiércol de bovino y desperdicios de cocina (EB+D), estiércol de bovino y harina de maíz (EB+H) y estiércol de caprino con paja de soya (EC+S) y como testigo se empleó un producto comercial denominado K-tionic (Grupo Bioquímico Mexicano-GBM).

Los porcentajes de ácidos húmicos y fúlvicos, la acidez total (AT), los grupos funcionales carboxilos (COOH) y oxhidrilos fenólicos (OH), se presentan en el Cuadro 1. Las sustancias húmicas fueron mezcladas con el 50 y 100 % de la Solución Nutritiva Hoagland, lo que proporcionó 12 tratamientos (Cuadro 2). La adición de los tratamientos fue semanal (fin de semana) y a media semana la aplicación solo del riego.

Durante el ciclo se presentaron las plagas “minador de la hoja” (*Lirimyza trifolii*) y “mosca blanca” (*Trialeurodes vaporariorum*), las que fueron controladas con Permetrina a una dosis de $1.5 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$ y Thyodan a $1 \text{ cm}^{-3} \text{ L}^{-1}$, respectivamente. Las malezas se erradicaron manualmente.

Cuadro 1.- Porcentaje, acidez total (AT), y grupos funcionales carboxilos (COOH) y oxidrilos (OH), de las sustancias húmicas aplicadas a chile “chilaca,” en invernadero.

Substancia Húmica	Porcentaje (%)	AT $\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	COOH $\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	OH $\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$
AH-EB+D	3.20	620	240	380
AF-EB+D	3.00	560	204	356
AH-EB+H	4.30	246	56	190
AF-EB+H	2.20	570	204	366
AH-EC+S	4.60	680	409	271
AF-EC+S	3.80	736	539	197
K-tionic	25	182	74	108

Cuadro 2.- Tratamientos adicionados a chile “chilaca,” en invernadero.

Tratamiento	Substancia Húmica	Solución Nutritiva
1	EB+D	100 %
2	EB+D	50 %
3	EB+D	0 %
4	EB+H	100 %
5	EB+H	50 %
6	EB+H	0 %
7	EC+S	100 %
8	EB+S	50 %
9	EB+S	0 %
10	K-tionic	100 %
11	K-tionic	50 %
12	K-tionic	0 %

El trabajo se distribuyó de acuerdo a un Diseño Experimental Completamente al Azar, con arreglo factorial AxB, con cuatro tratamientos, tres dosis y tres repeticiones. Tres plantas

conformaron una repetición. El análisis estadístico consistió en el Análisis de Varianza (ANVA), con la prueba de medias de Tukey ($P < 0.05$ %), con el uso del paquete Estadístico para computador generado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.3 (Olivares, 1994).

RESULTADOS

En el cuadro tres se presentan el concentrado del análisis de varianza realizado a las variables medidas. A partir del cuadro se puede determinar de manera general que las sustancias humicas no realizaron ningún efecto estadístico significativo, sin embargo, la dosis si, con excepción de las variable días a floración y longitud de fruto, donde no hay significancia estadística. También se muestran los tratamientos que sobresalieron de forma grafica.

Cuadro 3: Concentrado del análisis de varianza de las variables medidas al chile “chilaca”, al adicionar tres sustancias humicas de diverso origen en invernadero.

Variables	F	P > F	Tratamiento sobresaliente.
Longitud de planta	A 0.8047	0.172 NS	EBH+100
	B 14.4679	0.000 **	
Diámetro de tallo	A 0.3410	0.798 NS	EBH+100
	B 8.4888	0.002 **	
Días a floración	A 0.7581	0.531 NS	EBD+100
	B 0.9026	0.578 NS	
Botón floral	A 0.3939	0.761 NS	K+50
	B 8.8059	0.002 **	
Flor abierta	A 0.7866	0.516 NS	EBH+100
	B 3.7511	0.037 *	
No de frutos en planta	A 0.7132	0.557 NS	K+100
	B 15.6475	0.000 **	
No de frutas cosechados	A 1.3830	0.271 NS	EBH+100
	B 6.6304	0.005 **	
Peso planta	A 0.7048	0.561 NS	K+50
	B 5.6988	0.009 **	
Rendimiento	A 0.70448	0.561 NS	K+50
	B 5.6989	0.009 **	
Peso por fruto	A 1.8682	0.161 NS	ECS+100
	B 2.5812	0.045 *	
Longitud de frutos.	A 2.0807	0.128 NS	ECS+100
	B 1.4909	0.244 NS	

Con base en la figura 2, se puede establecer que al adicionar la sustancia humica obtenida del estiércol de bovino con harina de maíz mezclada con el 100 por ciento de la solución nutritiva (EBH+100), la longitud del tallo aventajó en un 10 % al K-tionic (K+100) y en 6 % a la solución nutritiva sola al 100 por ciento (SN 100).

En el diámetro del tallo, cuando se aplico la solución nutritiva sola al 50 por ciento (SN 50), supero a todos los tratamientos. Al adicionar la sustancia humica obtenida de la mezcla del estiércol de caprino más la soya con el 100 por ciento de la solución nutritiva, esta fue superada en 3 por ciento por la SN50.

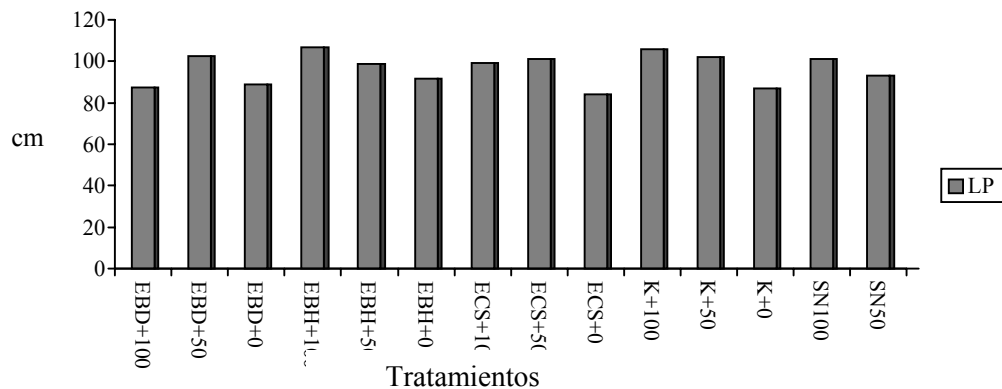


Figura 2: Longitud de planta de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

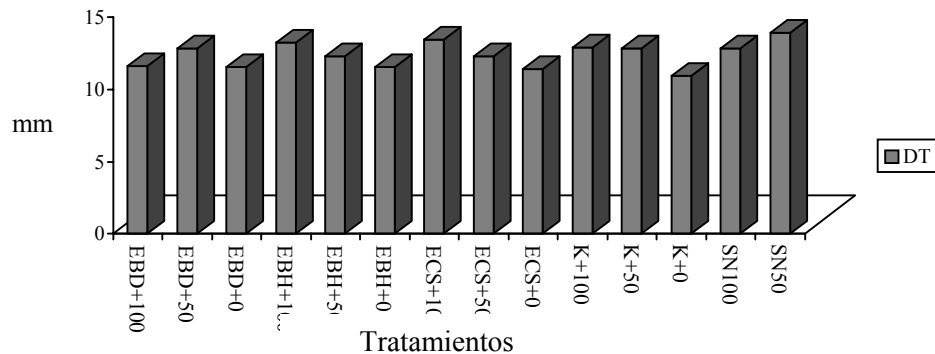


Figura 3: Diámetro de tallo de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

Como se puede apreciar en la figura 4, el chile “chilaca” floreo mas rápido cuando se añadió el K-tionic (30 días) mientras que al aplicar el compuesto humico extraído del estiércol de bovino con desperdicios de cocina mas el 100 por ciento de la solución nutritiva, (EBD+100), fue la mas lenta en florear (35 días).

El numero de botones florales superior del chile “chilaca”, fue cuando se adicionaron los tratamientos de las sustancias humicas obtenidas del estiércol de bovino con desperdicios y el 50 por ciento de la solución nutritiva (EBD+50),

al estiércol de bovino con harina de maíz y el 50 por ciento de la solución nutritiva (EBH+50) y el K-tionic mezclado con el 50 por ciento de la solución nutritiva (K+50), al aventajar al K-tionic solo en 100 por ciento.

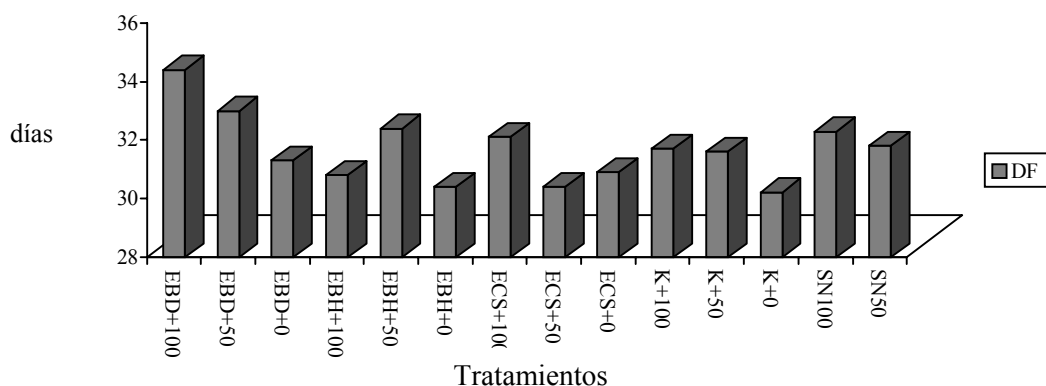


Figura 4. Días a floración de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

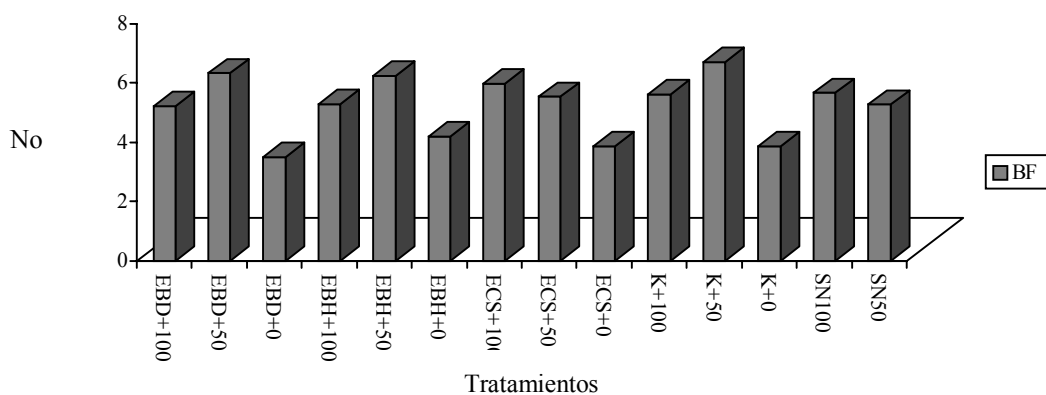


Figura 5. Botón floral de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

Cuando se aplicaron las sustancias del estiércol de bovino con desperdicios de cocina mas el 100 por ciento de la solución nutritiva (EBD+100), del estiércol de bovino con harina de maíz mas el 100 por ciento de la fertilización, del K-tionic mas el 50 por ciento de la solución nutritiva y la solución nutritiva al 100 por ciento sola, la flor abierta supero al K-tionic solo (K+0) en 30 por ciento y a la solución nutritiva, al 50 por ciento, en 10 por ciento (figura 6).

El numero de frutos superior (ocho), fue al adición de los compuestos humicos sacados del estiércol de bovino mas harina de maíz con el 100 por ciento de la solución nutritiva (EBH+100), del estiércol de caprino y soya mas el 100 por ciento de la solución nutritiva (ECS+100) y el K-tionic con el 100 por ciento de la fertilización por que supero con el 75 por ciento al K-tionic solo y con el 10 y 15 por ciento a la solución nutritiva al 100 y 50 por ciento, respectivamente.

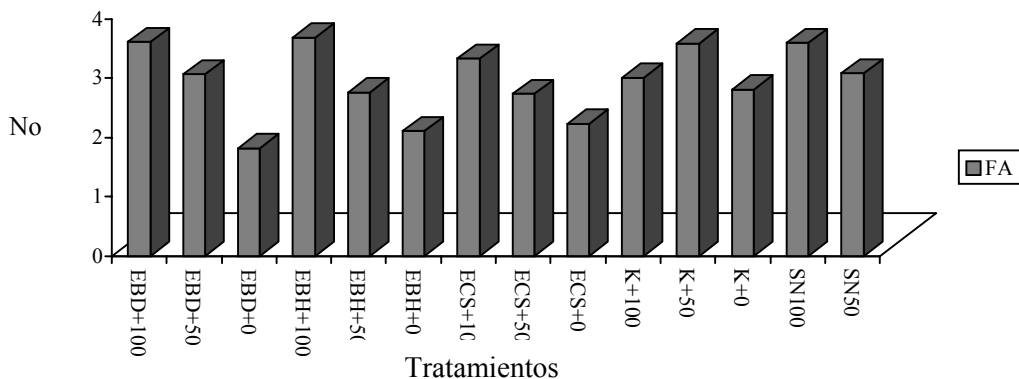


Figura 6. Flor abierta de plantas de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

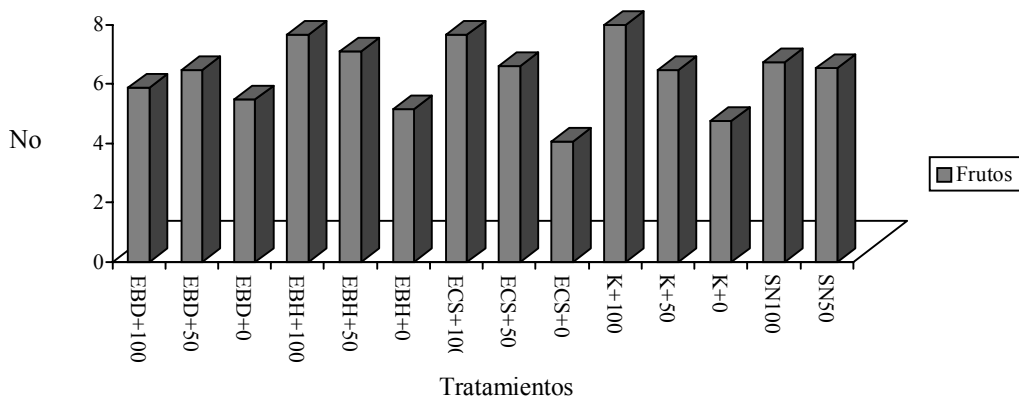


Figura 7. Número de frutos de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

El numero total de frutos cosechados superior, fue al adicionar el tratamiento que consistió en la sustancia humica obtenida del estiércol de bovino con harina de maíz y mezclado con el

100 por ciento de la solución nutritiva (EB+100), ya que adelantó al K-tionic la solución nutritiva sola al 100 y 50 por ciento con 78, 66 y 76 por ciento, respectivamente (figura 8).

A partir de la figura 9, se puede establecer que cuando se aplicó el complejo húmico extraído de la composta elaborada a base de estiércol de bovino con desperdicios de cocina sin solución nutritiva (EBD+0), el peso del fruto aventajó al K-tionic con 8 por ciento, a la solución nutritiva sola al 100 por ciento con el 14 por ciento y a la solución nutritiva sola con 11 por ciento.

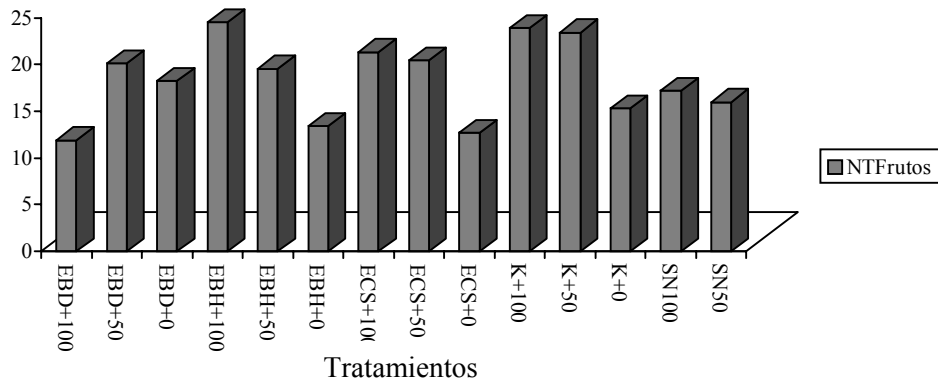


figura 8. Número total de frutos cosechados por planta de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

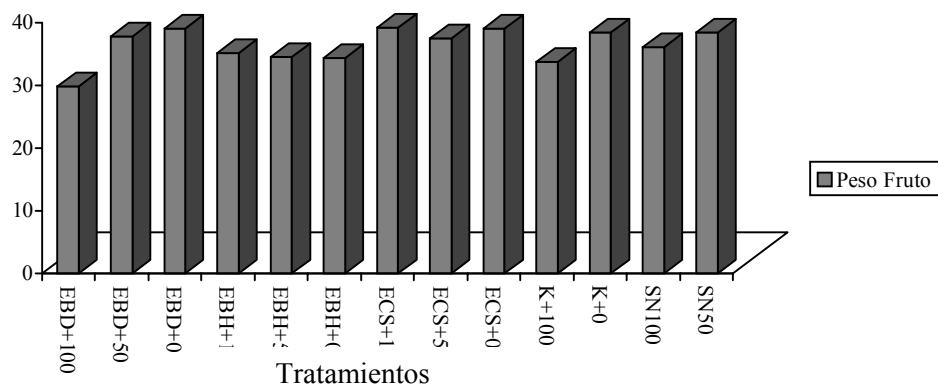


Figura 9 Peso de fruto de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

La figura 10 muestra que la longitud superior del fruto fue al aplicar los tratamientos que contenían el estiércol de bovino con residuos de cocina mas el 50 por ciento de la solución nutritiva y el estiércol de caprino mas la soya con el 100 por ciento de la solución nutritiva. El superior peso de chile por planta fue al adicionar el compuesto húmico obtenido del estiércol

de bovino con harina de maíz y el 100 por ciento de la solución nutritiva y el K-tionic mas el 50 por ciento de la solución nutritiva, los que sobresalieron con el 100 por ciento del K-tionic solo y con 80 por ciento, a las dos soluciones nutritivas (figura 11).

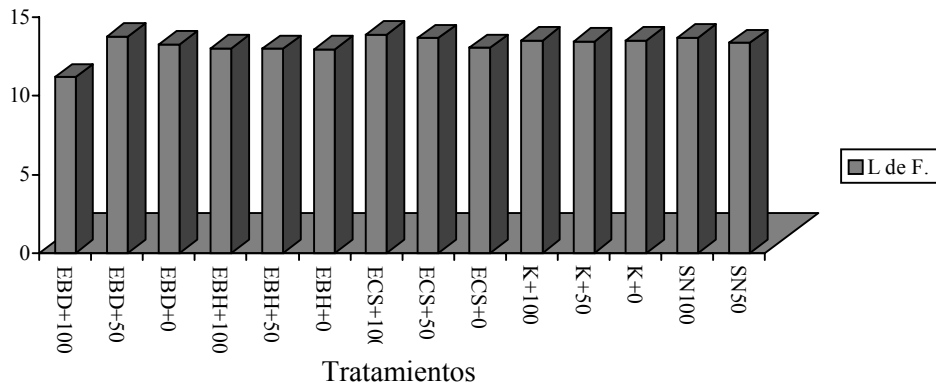


Figura 10. Longitud de fruto de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

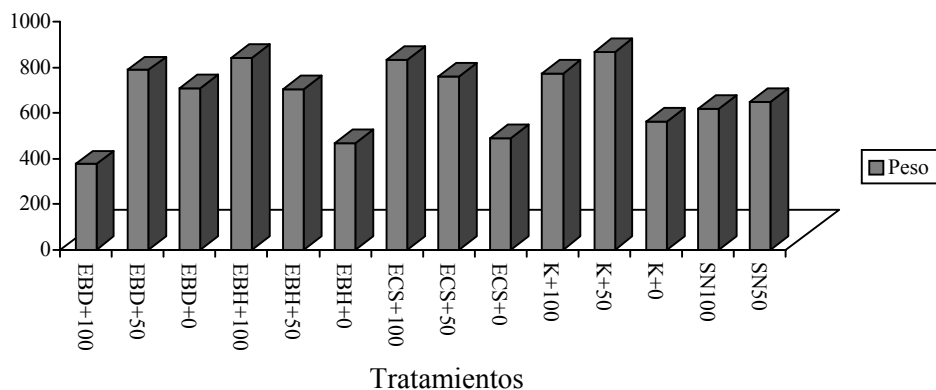


Figura 11 Peso de chile por planta al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

El rendimiento total por hectárea fue de 25 t ha⁻¹ al adicionar las sustancias húmicas extraídas del estiércol de bovino mas harina de maíz con el 100 por ciento de la solución nutritiva (EBH+100), del estiércol de caprino con soya mas el 100 por ciento de la solución nutritiva (ECS+100) y el K-tionic mas el 50 por ciento de la solución nutritiva (K+50), lo que representa un 47,38y31 por ciento, con relación al K-tionic solo y las soluciones nutritivas al 100 y 50 por ciento nutritivamente (figura 12).

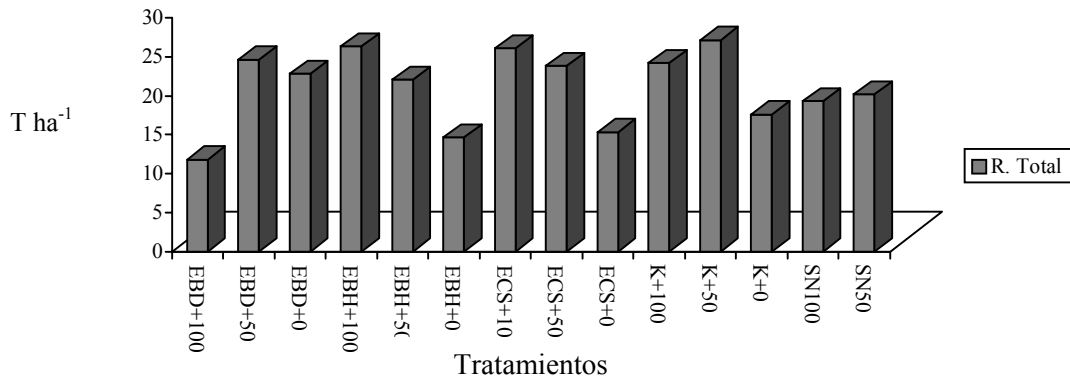


Figura 12, Rendimiento total de chile al adicionar tres sustancias húmicas de diverso origen, en invernadero.

En la figura 13, se puede observar que a la mitad de la experiencia, el contenido de calcio en el tejido vegetal del follaje, fue superior al aplicar la sustancia húmica obtenida del estiércol de bovino con desperdicio de cocina mas el 50 por ciento de la solución nutritiva, el potasio al aplicar el compuesto del estiércol de bovino con los desperdicios de cocina mas el 100 por ciento de la solución nutritiva también fue superior, mientras que el contenido de magnesio fue similar para todos los tratamientos incluyendo. En la figura 14 se presenta una solución similar para potasio, calcio y magnesio solo que la medición fue al termino del experimento.

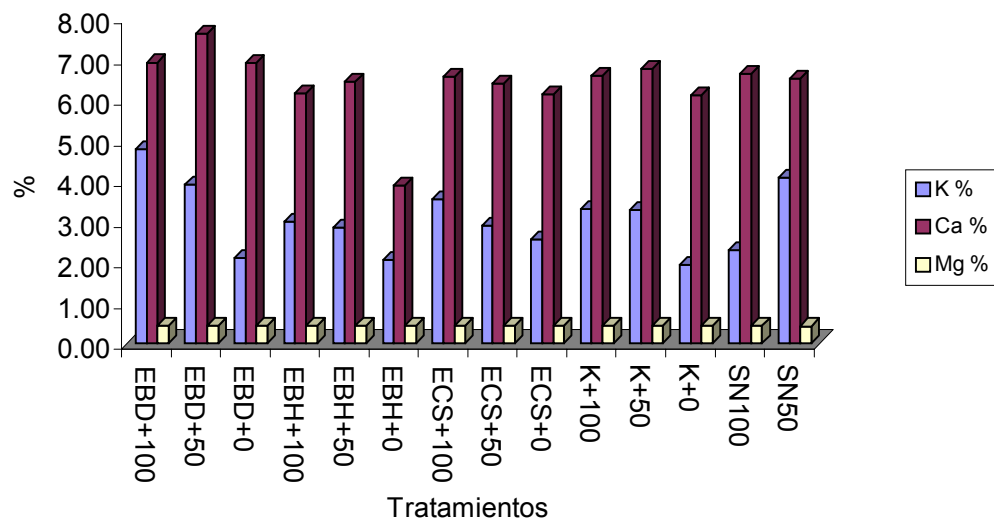


Figura 13.- Contenido de potasio, calcio y magnesio de tejido vegetal de follaje de chile “chilaca” a mitad del ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.

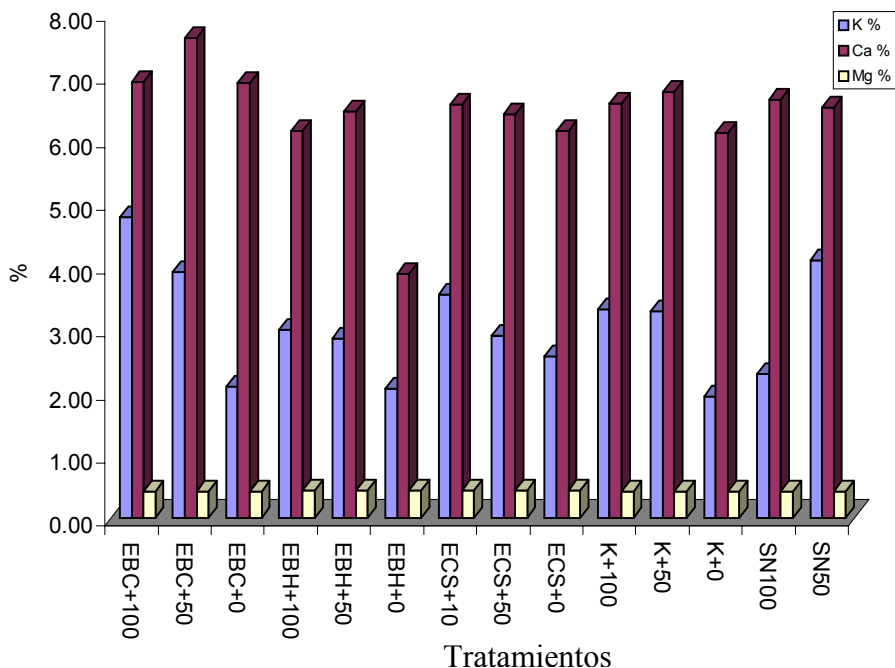


Figura 14.-Contenido de potasio, calcio y magnesio de tejido vegetal de follaje de chile chilaca al termino del ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.

En la figura 15 se puede observar claramente que a mitad del ciclo vegetativo del cultivo el contenido de fierro en el tejido del follaje, fue superior al aplicar la sustancia húmica obtenida del estiércol de caprino mas el 50 por ciento de la solución nutritiva, el manganeso resultado superior al aplicar el producto comercial denominado K-tionic mas el 50 por ciento de la solución nutritiva, el contenido de cobre no presento mayores diferencia al aplicar ambos tratamientos, el zinc resultado ser superior al aplicar unicamente el producto comercial sin la solución nutritiva, respecto al sodio el compuesto de estiércol de bovino fue sin solución resultado ser superior al resto de los tratamientos

En la figura 16 algunos minerales presentaron modificaciones en los tejidos vegetales al termino del ciclo como lo es el fierro quien presento un descenso del 50 % en relación al análisis a mitad del ciclo al adicionar el compuesto de estiércol de bovino más harina de maíz mas el 50 por ciento de la solución nutritiva, mientras que el resto no presento cambios significativos, el manganeso resultado ser ligeramente superior al adicionar el compuesto comercial sin solución nutritiva, el cobre al igual que el zinc no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, caso contrario al sodio donde se disparo al adicionar el compuesto del estiércol de bovino mas desperdicios de cocina mas el 100 por ciento de la solución nutritiva

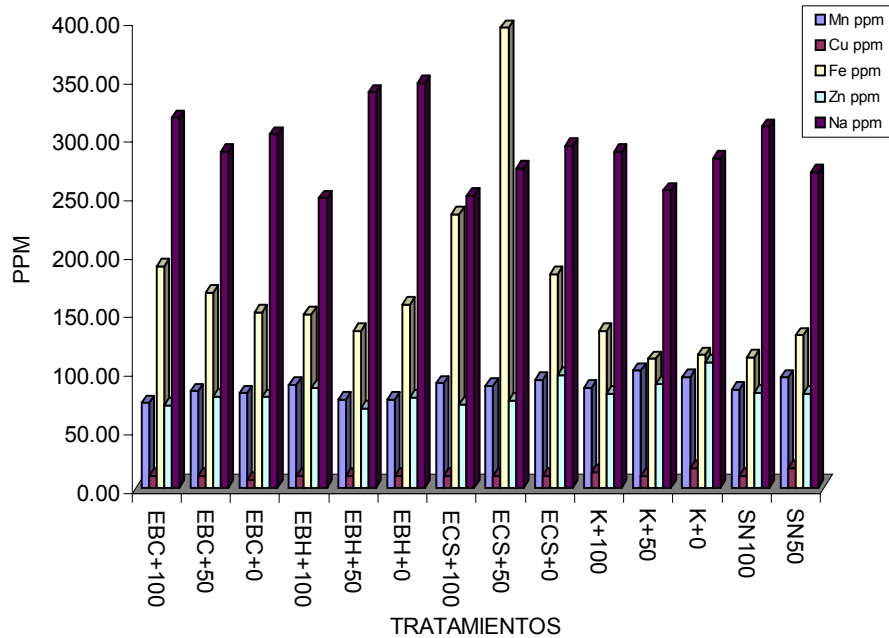


Figura 15.-Contenido de manganeso, cobre, hierro, zinc y sodio en tejido vegetal de follaje de chile “chilaca” a medio ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.

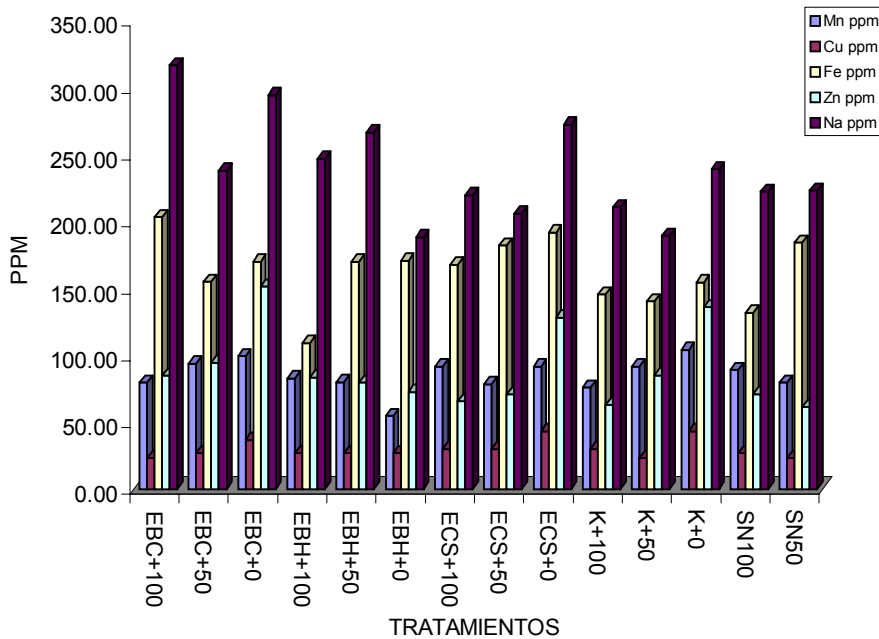


Figura 16.-Contenido de manganeso, cobre, hierro, zinc y sodio de tejido vegetal de follaje de chile “chilaca” al final del ciclo, al adicionar tres sustancias húmicas, en invernadero.

En la figura 16 se observa el contenido de nitrógeno total en el suelo al termino del cultivo presentando una diferencia marcada al aplicar el compuesto de estiércol de bovino más harina de maíz más el 100 por ciento de la solución nutritiva, superando de ésta manera al resto de los tratamientos

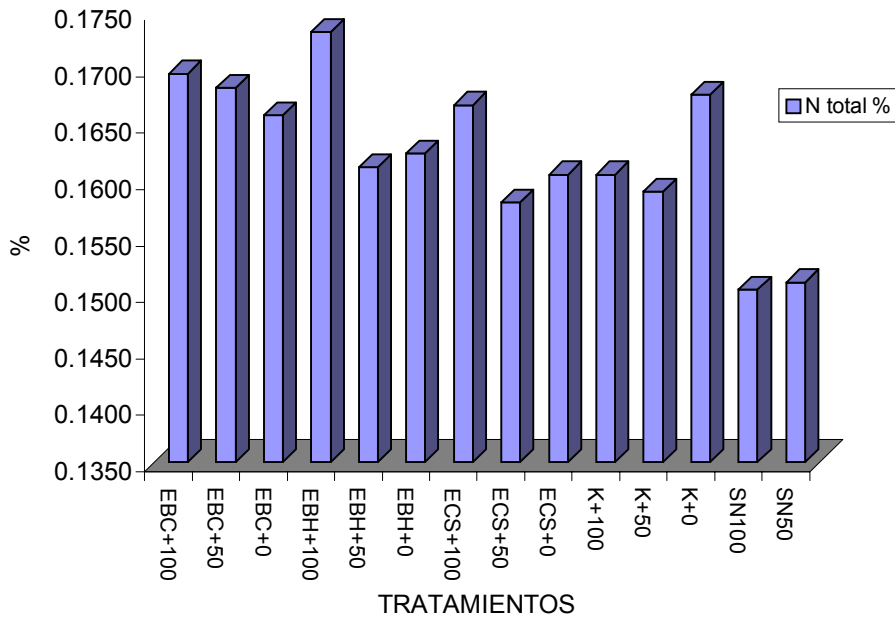


Figura 17.- contenido de nitrógeno en suelo al termino del ciclo

En la figura 18, se observa el resultado de los análisis de suelo al termino del ciclo productivo donde el fósforo fue superior al adicionar el compuesto de estiércol de caprino mas soya sin solución nutritiva, el potasio resulto igual al adicionar los compuestos de estiércol de bovino más harina de maíz al 50 por ciento y al 0, así como el estiércol de caprino más soya mas el 100 por ciento de la solución nutritiva, el calcio resulto ser superior al adicionar el compuesto de estiércol de bovino mas desperdicios de cocina mas el 50 por ciento de la solución nutritiva, mientras que el magnesio fue superior al adicionar el compuesto de estiércol de caprino mas soya mas el 50 por ciento de la solución, en lo que respecta a manganeso, cobre, fierro y zinc no se presentaron diferencias, no así para el sodio siendo superior al adicionar el compuesto del estiércol de caprino mas soya mas el 50 por ciento de la solución nutritiva

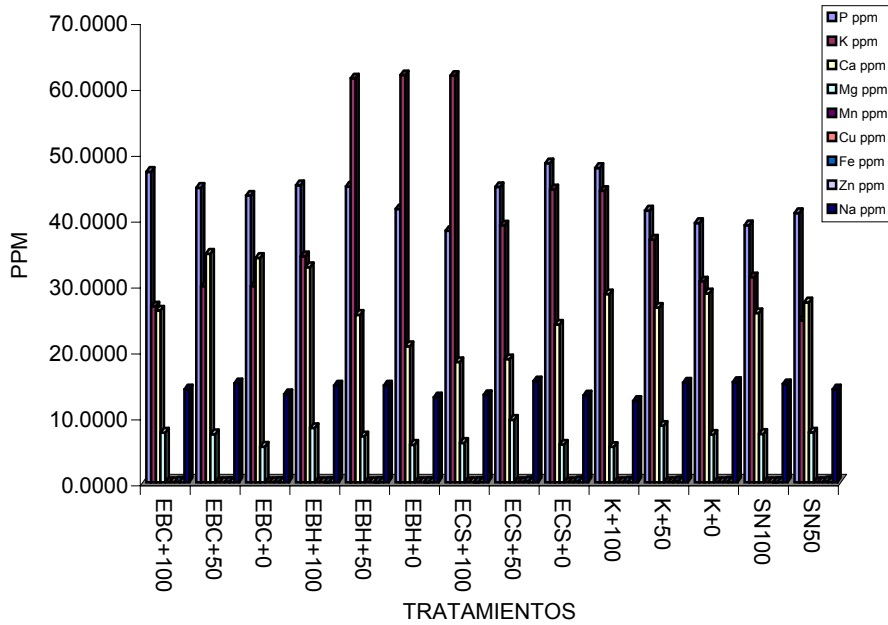


Figura 18.-Contenido de fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, hierro, zinc, y sodio en suelo al término del ciclo.

En la figura 19 se presenta la conductividad eléctrica y el pH del suelo al termino del ciclo del cultivo, donde expresa que no hay diferencias en el pH para cualquier tratamiento, no así para la conductividad eléctrica donde se presentaron las diferencias marcadas entre los tratamientos con solución nutritiva de aquellos a los que no se les aplico nada de solución.

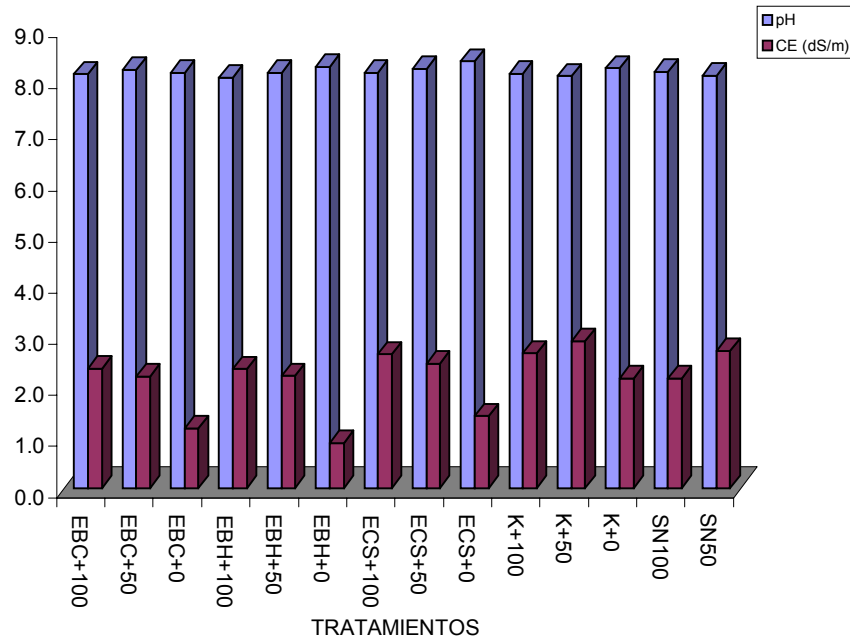


Figura 19.- Conductividad eléctrica y pH en suelo al término del cultivo

En la figura 20, se presentan los resultados de la capacidad de intercambio catiónico, donde el estiércol de bovino mas desperdicios de cocina mas el 50 por ciento de la solución nutritiva resultado ser superior en un 44 por ciento respecto al testigo denominado K-tionic

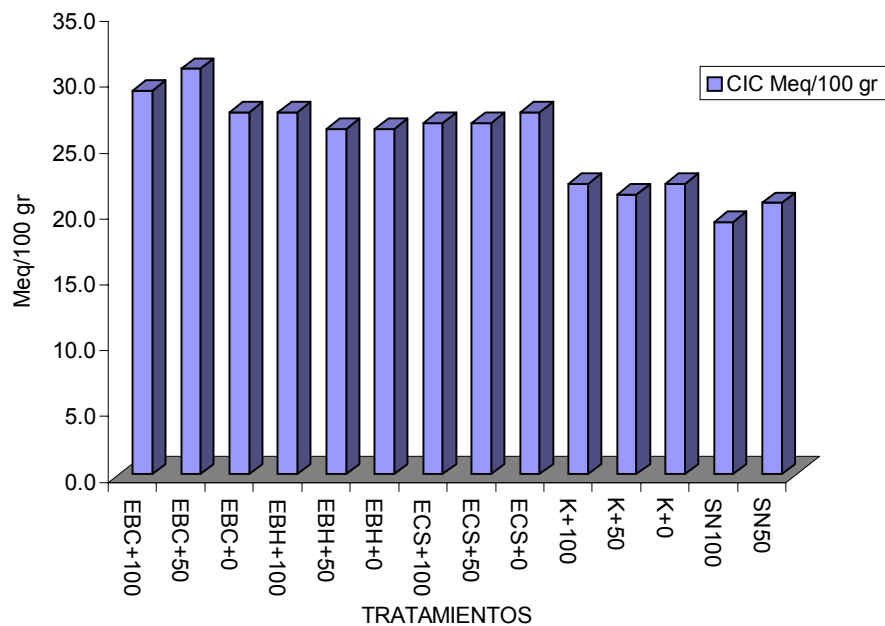


Figura 20.- Capacidad de intercambio catiónico en suelo al termino del ciclo.

DISCUSIONES

A manera de discusión se puede decir al adicionar la sustancia húmica extraída del estiércol de bovino con harina de maíz mas el 100 por ciento de la solución nutritiva, aumento la longitud de planta, el diámetro del tallo, la flor abierta y el numero de frutos cosechados y la cantidad de calcio en el tejido vegetal del follaje. Al aplicar la misma sustancia solo que mezclada con los desechos de cocina disminuyeron los días a floración.

El botón floral, el numero de frutos por planta, el peso de chiles por planta, y el rendimiento total aventajaron al agregar el K-tionic con el 50 por ciento de la solución nutritiva. El peso y la longitud del fruto, aumentaron cuando se aplico la sustancia húmica extraída del estiércol de caprino con soya y el 100 por ciento de la solución nutritiva.

Lo anterior pone de manifiesto que las sustancias húmicas a través de sus grupos funcionales oxigenados funcionan como agentes ligantes naturales para el calcio, lo que concuerda con Schnitzer (2000) y coloca a los elementos nutrimentales disponibles para la planta. Lo anterior interviene de forma fundamental en el crecimiento y desarrollo de las hortalizas (López et al, 2002; Ross y Salisbury 1994).

Los ácidos húmicos favorecen el crecimiento de las plantas esto concuerda con Ramírez (2003) la cual expresó que con la mezcla de estiércol y harina de maíz favorece el crecimiento de las plantas

CONCLUSION

Las sustancias húmicas aumentan el crecimiento y producción del chile “chilaca”, en invernadero. Siempre y cuando se aplique con fertilización.

LITERATURA CITADA

ALEKSANDROVA, I V. 1994. interactions of structural units and the strength of their fixation in molecules of humic-like substances , *Euroasian Soil Science* 26 (2) 35-43

ATLAS R. M. 1984, *microbiology fundamentals and applications*. Macmillan Publishing Compani, New York, New York.

BOHN Hinrich L., Mcneal Brian L., O'Connor George 1993A. *química del suelo* editorial limusa primer edición, México DF. México.

CUEVAS P. A,2001 *Control de la clorosis ferrica en el tomate por fulvato de hierro* . Tesis de Maestría Dpto. de Horticultora. UAAAN

DUCHAUFOR. Ph 1984 *Edafología 1 Edafogenesis y Clasificación* . Ed Masson S. A Barcelona

FRÜND R., Guggenberg, K. Haider, H . Knicker , I Kogel- Knaber, H -D. Lüster, W . Zech and Mspiterller. 1994. Recent advances in the spectroscopic characterization of soli humic substances and ähtheir ecological relevance. *Z. Pflanzenernä. Bodeenk*, 157:175-186.

HARTER, R. D. and R, Naidu. 1995 *Role of Metal- Organic Complexation in Metal Sorption by Soils*, in *Advances in Agronomy*. (Ed.) D. L. Sparks, vol. 55: 219-263.

LÓPEZ Cervantes Rubén,2002 *comportamiento de sustancias húmicas de diversos origenes en la fisica de un suelo limo-arcilloso y en la fisiología de tomate*, . Tesis de doctoral departamento de suelos. UAAAN

ORLOV, D. S., 1995. *Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification*. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT, USA.

RAUTHAN, B. S. and M. Schnitzer. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants and *Soil*, 63, 491-495.

REYES L. A., A. Campos, V., R. López C., y J. A. Ramírez C. 1999. Efecto del Acido Fulvico en la mezcla con una solución Nutritiva en el Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). III Encuentro Brasileiro sobre Substancias Humicas. Resumos de Palestras e Trábalos Apresentados em Posters. Universidad Federal de Santa Maria . Programa de Pos-graduacao en Agronomía Depatamento de solo: Grupo Brasileiro de Sociedad Internacional de Substancias Húmicas. Santa María, Brasil. Pp. 161-163.

RAMÍREZ Garza Maria Magdalena, 2003 *efecto de acidos fulvicos de origen organico en el crecimiento de plántulas de tomate* , en invernadero. Tesis licenciatura UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila México.

SALISBURY, F. B., and C. W. Ross. 1994 . FISILOGIA VEGETAL. Grupo editorial Iberoamérica. México, D.F.

SCHNITZER, M. 1978. Humic Substances: Chemistry and Reactions: in Soil Organic Matter (Ed.) Schnitzer and Khan. Soil Organic Matter. Elsevier, Amsterdam.

SCHNITZER, M. 1991. Soil Organic Matter- The Next 75 Years. Soil Science. Vol 151. N^o 1. pag. 41-58.

SCHNITZER, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.) Advances in Agronomy, Academic Press. Vol. 98: 3-58.

SCHNITZER, M. and P. Poapst. 1967. Effects of a soil humic compound on root initiation. Nature 2134: 598-599.

SCHNITZER, M. and H. R. Schulten. 1995. Analysis of organic Matter in Soil Extracts and Whole Soils by Pyrolysis-Mass Spectrometry. Advances in Agronomy, Vol. 55: 167-217.

SERNA, A. R. M. 2001. Acido Fulvico en Solución Nutritiva para mejorar la calidad de Plántula y el Rendimiento en Melón. Tesis de Maestría. Departamento de Horticultura. UAAAN.

STEVENSON, F. 1982. Humus Chemistry: Genesis, Composition, and Reactions. Wiley, New York, USA.

VAUGHAN, D. and R. E. Malcolm. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In Soil Organic Matter and Biological Activity. Eds. D. Vaughan and R. E. Malcolm. Pp 37-76 Marinus Nijhoff/Junk Publ., Dordrecht.

YANO, Y., W. H. McDowell, and N. E. Kinner, 1998. Quantification of Biodegradable Dissolved Organic Carbon in Soil Solution with Flow-Through Bioreactors. Soil Sci. Am. J 62: 1556-1564.