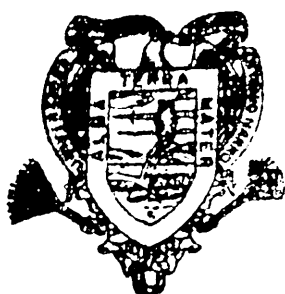


ACIDO FULVICO EN SOLUCION NUTRITIVA PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE PLANTULA Y EL
RENDIMIENTO EN MELON

ROSA MARIA SERNA ANGUIANO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA



Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buonavista, Saltillo, Coah.

FEBRERO DE 2001

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO
ÁCIDO FÚLVICO EN SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA MEJORAR LA
CALIDAD DE PLÁNTULA Y EL RENDIMIENTO EN MELÓN

TESIS

POR:

ROSA MARÍA SERNA ANGUIANO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial para optar al grado

MAESTRO EN CIENCIAS

EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:


M. Sc. J. Gerardo Ramírez Mezquitic

Asesor:

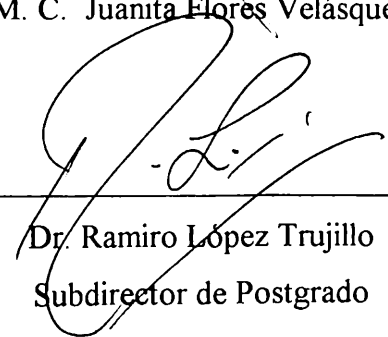

Dr. Alfonso Reyes López

Asesor:


Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Asesor:


M. C. Juanita Flores Velásquez


Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista. Saltillo, Coahuila, febrero de 2001.

COMPENDIO

ÁCIDO FÚLVICO EN SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD
DE PLÁNTULA Y EL RENDIMIENTO EN MELÓN

POR

ROSA MARÍA SERNA ANGUIANO

MAESTRÍA

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, Febrero de 2001.

M. Sc. J. Gerardo Ramírez Mezquitic-Asesor-

Palabras clave: Acido fúlvico, solución nutritiva, *Cucumis melo* L.

En suelos que se encuentran seriamente afectados en el contenido de materia orgánica que desfavorecen el desarrollo y rendimiento de los cultivos, una alternativa de solución está representada por los derivados húmicos y

fúlvicos, por tal motivo se realizó un trabajo de investigación en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", durante el ciclo de primavera-verano de 2000, utilizando ácido fúlvico en dosis de 0, 0.2, 0.4 y 0.6 mL L⁻¹ en solución nutritiva para conocer su influencia en plántulas y en el incremento de la productividad en melón.

Para la fase de producción de plántula se observó una tendencia en el incremento del peso de raíz y parte aérea, que disminuyó al incrementar las dosis de ácido fúlvico, encontrándose la mejor respuesta entre 0.2 y 0.4 mL L⁻¹, después del trasplante se continuó manifestando la misma tendencia pero el análisis estadístico demostró superioridad en los resultados obtenidos para producción total, con el uso de 0.4 mL L⁻¹ en solución nutritiva al 100 por ciento, respecto al testigo.

ABSTRACT

FULVIC ACID ON NUTRITIVE SOLUTION TO IMPROVE SEEDLINGS
AND MELON YIELD

By

ROSA MARÍA SERNA ANGUIANO

MASTER OF SCIENCE

HORTICULTURE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, February 2001.

Key words: fulvic acid, seedling growing, Cucumis melo L.

Soils with low organic matter affect the development and yield of crops. A possible alternative is represented by humic and fulvic derivatives. Carried out an experimental work, during the spring-summer 2000 period, using fulvic acid added to nutritive solution in dose of 0, 0.2, 0.4,

and 0.6 mL L⁻¹ in order to know their influence in melon seedlings as well as over the plant productivity in the greenhouse.

For the aerial and root weight of the seedlings observed the better response between 0.2 and 0.4 mL L⁻¹ of fulvic acid. After the transplant in the greenhouse the plants coming from the nutritive solution with fulvic acid continued manifesting a better performance over the check treatment. The best fruit production was showed by the plants growing in 0.4 mL L⁻¹ fulvic acid.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
Indice de cuadros.....	viii
Indice de figuras.....	ix
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Las sustancias húmicas del suelo.....	4
Origen de las sustancias húmicas.....	5
Características generales de los ácidos fúlvicos...	5
Efectos en el suelo de los ácidos fúlvicos.....	6
Principales efectos fisiológicos en las plantas....	7
Aplicaciones foliares o al agua de riego.....	8
ARTICULO.....	9
Adición de ácidos fúlvicos para mejorar la calidad de plántula y el rendimiento en melón	
CONCLUSIONES.....	27
LITERATURA CITADA.....	28
APENDICE.....	30

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Página
1	Relación de tratamientos utilizados en la solución nutritiva para la producción de plántula y trasplante en melón.....	14
2	Concentración de datos mostrando la comparación de medias de las variables evaluadas en plántula y después del trasplante de melón, utilizando solución nutritiva Hoagland's y ácido fúlvico.....	17

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		Página
1	Biomasa de raíz en plántulas de melón al momento del trasplante.....	18
2	Distribución de nutrientes y producción total en melón.....	19
3	Producción total en melón.....	21

INTRODUCCION

En algunas regiones de nuestro país, las condiciones de manejo inadecuadas y problemas de agotamiento de los suelos agrícolas, son algunas de las razones que desfavorecen el desarrollo y rendimiento de los cultivos, como en el caso del melón.

En México, el cultivo del melón es una de las hortalizas de mayor importancia económica, específicamente en el estado de Coahuila, principalmente en la región de la Laguna y Paila, existen notables superficies dedicadas a este cultivo y donde la media regional es de apenas 17 ton/ha (SAGAR, 1995), generándose gran cantidad de empleo durante todo el año, desde la preparación de las tierras hasta las labores de acarreo, selección, empaque, estiba, etc. (Hernández, 1992).

No obstante de la importancia de este cultivo, no alcanza los niveles de rendimiento adecuados, pues en muchos de los suelos que se cultiva presentan factores

limitantes y se encuentran seriamente afectados en el contenido de materia orgánica (www.ar.woc.pl/webwwe/humic). Centrándose en la búsqueda de soluciones a este problema, se han conducido experimentos utilizando sustancias fúlvicas como medio para propiciar condiciones ideales al suelo en beneficio de las plantas cultivadas que les permitan incrementar la productividad.

OBJETIVOS

Evaluar diferentes dosis de ácido fúlvico para la producción de plántula en tres concentraciones de solución nutritiva.

Conocer la influencia de diferentes dosis de ácido fúlvico en solución nutritiva, sobre el rendimiento y la calidad del fruto.

HIPÓTESIS

La producción de plántulas de melón será influenciada favorablemente por la solución nutritiva y la dosis de ácido fúlvico.

El rendimiento y la calidad de frutos se modificará según la dosis de ácido fúlvico y la solución nutritiva.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las sustancias húmicas del suelo

La mezcla de compuestos orgánicos que se extrae del suelo mediante métodos establecidos o, por extensión de materiales orgánicos mas o menos humificados, puede denominarse "sustancias húmicas solubles". Estos materiales solubles constituyen una fracción importante del humus, y están formados por ácidos fúlvicos (AF) y ácidos húmicos (AH) y algunos otros componentes, no propiamente húmicos como polisacáridos y péptidos.

Los AH son solubles en una disolución alcalina pero precipitados cuando el pH es ajustado a 2; los AF permanecen en disolución cuando el extracto alcalino es acidificado, y las huminas son la fracción húmica que no se solubiliza por disoluciones ácidas ni básicas (www.ar.woc.pl/webwwe/humic).

Origen de las sustancias húmicas

El nombre de ácidos o sustancias húmicas son genéricos para los materiales que se pueden extraer del suelo por varios extractantes y precipitados por ácido mineral diluido. Los comerciales se extraen generalmente de la leonardita, lignito y de las turbas y se les da el nombre de bioactivadores húmicos porque su principal función agrícola es la de estimular el metabolismo vegetal (Narro, 1997).

Características generales de los ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos son compuestos de bajo peso molecular, su color puede variar de amarillo a oscuro; en los que la acidez total y el contenido en $-COOH$, es mayor que en los húmicos, al igual que la tendencia a retener metales, formando sales o por la formación de quelatos y complejos. Los complejos de metales con sustancias húmicas pueden variar apreciablemente en su disponibilidad, por ejemplo, se ha comprobado que los complejos de Fe con ácidos fúlvicos transfieren más fácilmente el Fe a la planta (Kingman, 1973).

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

Efecto en el suelo de los ácidos fúlvicos

Las sustancias fúlvicas, al igual que las húmicas, son originadas de la materia orgánica; entre las principales propiedades que se les atribuyen (Narro, 1997), se encuentran la de mejorar la estructura del suelo reduciendo la compactación, aumentar la capacidad de retención del agua, facilitar la absorción de nutrientes y disminuir las pérdidas por lixiviación, que producen efectos benéficos en las plantas en condiciones adecuadas de nutrición vegetal.

El papel que pueden jugar las sustancias húmicas en cuanto a su contribución a la fertilidad del suelo ha sido estudiado, aceptándose que su efecto es el resultado de diversos factores, como su capacidad tampón frente a los cambios de acidez, además estabilizan su estructura y forman poros mejorando de manera indirecta el movimiento del agua (www.ar.woc.pl/webwwe/humic). Se encontró también que la micorrización de chile ancho, aumentó de manera

significativa en arena sílica al añadir ácidos fúlvicos a concentración de 0.2 cc/l (Verdugo, 2000).

Principales efectos fisiológicos en las plantas

Los ácidos fúlvicos son compuestos de bajo peso molecular que intervienen en la solución de iones metálicos y afectan el transporte hacia las raíces de las plantas (Adani *et al.*, 1998), e intervienen en la actividad de la ATPasa de la raíz (Pinton *et al.*, 1992) así como en la división celular en meristemas apicales (Linehan, 1976).

Las sustancias fúlvicas al aplicarse a suelos y plantas, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir la dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Narro, 1997).

Entre los principales efectos de las sustancias húmicas en los vegetales se mencionan la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas, estimulan la germinación de semillas, el crecimiento de hipo y epicotilos, mayor biomasa radical y producción de raíces, la formación de raíces adventicias (Schnitzer y Poapst, 1967), síntesis de

proteínas, se ha demostrado también que estimulan el crecimiento de tallos en varias plantas, cuando se aplica con soluciones nutritivas a diversas concentraciones, e incrementa la absorción de Fe (Reyes, 1993), además se ha encontrado que la planta responde positivamente a los ácidos fúlvicos hasta llegar a cierta concentración, mas allá de la cual ocurre disminución del crecimiento (Chen y Aviad, 1990).

Aplicaciones foliares o al agua de riego

Para aspersiones foliares se deben utilizar productos en los que predomine la fracción fúlvica y que contengan ácidos húmicos de bajo peso molecular; mientras que para aplicaciones mediante el agua de riego se elegirán productos con un valor medio de la relación AH/AF que puedan contribuir a la mejora estructural del suelo, evitándose los materiales que, por proceder de materias primas muy carbonizadas con formas fosilizadas del humus, contienen AH de peso molecular muy elevado y estructuras altamente condensadas que sufrirán una rápida inmovilización en el suelo y tendrán una escasa influencia en la mejora de su fertilidad (www.ar.woc.pl/webwwe/humic).

ADICIÓN DE ÁCIDOS FÚLVICOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE
PLÁNTULA Y EL RENDIMIENTO EN MELÓN
FULVIC ACID ADDITION IN NUTRITIVE SOLUTION FOR BETTER
QUALITY SEEDLINGS AND YIELD IN MELON

Serna Anguiano Rosa María¹, Ramírez Mezquitic José Gerardo¹, Reyes López Alfonso¹,
Benavides Mendoza Adalberto¹, Flores Velásquez Juanita², Torres Benítez Elibeth³

RESUMEN

En suelos que se encuentran seriamente afectados en el contenido de materia orgánica que desfavorecen el desarrollo y rendimiento de los cultivos, una alternativa de solución está representada por los derivados húmicos y fúlvicos, por tal motivo se realizó un trabajo de investigación en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", durante el ciclo de primavera-verano de 2000, utilizando ácido fúlvico en dosis de 0, 0.2, 0.4 y 0.6 mL L⁻¹ en solución nutritiva para conocer su influencia en plántulas y en el incremento de la productividad en melón. Para la fase de producción de plántula se observó una

¹ Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Dpto. de Horticultura. Buenavista, Saltillo, Coah. 25315. Tel. (8) 417 30 22 ext. 395

² Centro de Investigación en Química Aplicada. Blvd. Enrique Reyna No. 140. Apdo. Postal 379, Saltillo, Coah. 25100 Tel. (8) 415 30 30 Ext. 274

³ Colegio de Postgraduados. Física de Suelos. 56230. Montecillo, Méx. Tel. 595 202 40

tendencia en el incremento del peso de raíz y parte aérea, que disminuyó al incrementar las dosis de ácido fúlvico, encontrándose la mejor respuesta entre 0.2 y 0.4 mL L⁻¹, después del trasplante se continuó manifestando la misma tendencia pero el análisis estadístico demostró superioridad en los resultados obtenidos para producción total, con el uso de 0.4 mL L⁻¹ en solución nutritiva al 100%, respecto al testigo.

Palabras clave: Acido fúlvico, solución nutritiva, *Cucumis melo* L.

ABSTRACT

Soils with low organic matter affect the development and yield of crops. A possible alternative is represented by humic and fulvic derivates. We carried out a experimental work, during the spring-summer 2000 period, using fulvic acid added to nutritive solution in dose of 0, 0.2, 0.4, and 0.6 mL L⁻¹ in order to know their influence in melon seedlings as well as over the plant productivity in the greenhouse.

For the aerial and root weight of the seedlings we observed the better response between 0.2 and 0.4 mL L⁻¹ of

fulvic acid. After the transplant in the greenhouse the plants coming from the nutritive solution with fulvic acid continued manifesting a better performance over the check treatment. The best fruit production was showed by the plants growing in 0.4 mL L⁻¹ fulvic acid.

Key words: fulvic acid, seedling growing, Cucumis melo L.

INTRODUCCIÓN

En algunas regiones de nuestro país, las condiciones de manejo inadecuadas y problemas de agotamiento de los suelos agrícolas, son algunas de las razones que desfavorecen el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Muchos de los suelos presentan factores limitantes y se encuentran seriamente afectados en el contenido de materia orgánica (Franco y Bañón, 1997). Centrándose en la búsqueda de soluciones a este problema, se han conducido experimentos utilizando sustancias húmicas y fúlvicas como medios para propiciar condiciones ideales al suelo en beneficio de las plantas cultivadas que les permitan incrementar la productividad.

Las sustancias fúlvicas, al igual que las húmicas, son originadas de la materia orgánica; entre las principales

propiedades que se les atribuyen (Narro, 1997), se encuentran la de mejorar la estructura del suelo reduciendo la compactación, aumentar la capacidad de retención del agua, facilitar la absorción de nutrientes y disminuir las pérdidas por lixiviación, que producen efectos benéficos en las plantas en condiciones adecuadas de nutrición vegetal. El papel que pueden jugar las sustancias húmicas en cuanto a su contribución a la fertilidad del suelo ha sido estudiado, aceptándose que su efecto es el resultado de diversos factores, como su capacidad tampón frente a los cambios de acidez, además estabilizan su estructura y forman poros mejorando de manera indirecta el movimiento del agua (Franco y Bañón, 1997). Se encontró también que la micorrización de chile ancho, aumentó de manera significativa en arena sílica al añadir ácidos fúlvicos a concentración de 0.2 cc/l (Verdugo, 2000).

Los ácidos fúlvicos son compuestos de bajo peso molecular e intervienen en la solución de iones metálicos y afectan el transporte hacia las raíces de las plantas (Adani *et al.*, 1998), e intervienen en la actividad de la ATPasa de la raíz (Pinton *et al.*, 1992) así como en la división celular en meristemas apicales (Linehan, 1976).

Las sustancias fúlvicas al aplicarse a suelos y plantas, estimulan el crecimiento vegetal y permiten reducir la dosis de varios agroquímicos al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo (Narro, 1997).

Entre los principales efectos de las sustancias húmicas en los vegetales se mencionan la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas, estimulan la germinación de semillas, el crecimiento de hipo y epicotilos, mayor biomasa radical y producción de raíces, la formación de raíces adventicias (Schnitzer y Poapst, 1967), síntesis de proteínas, se ha demostrado también que estimulan el crecimiento de tallos en varias plantas, cuando se aplica con soluciones nutritivas a diversas concentraciones, e incrementa la absorción de Fe (Reyes, 1993). Se ha encontrado que la planta responde positivamente a los ácidos fúlvicos hasta llegar a cierta concentración, mas allá de la cual ocurre disminución del crecimiento (Chen y Aviad, 1990). El objetivo del presente estudio fue conocer la influencia de la aplicación de ácido fúlvico en la producción de plántulas y el rendimiento del cultivo de melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el invernadero de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que se localiza al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

El trabajo se llevó a cabo en dos etapas:

1.- Producción de plántula, febrero de 2000.

Se sembró semilla del híbrido Cruiser en charolas de poliestireno de 200 cavidades en sustrato de turba de musgo y se germinaron por el método de flotación, con solución nutritiva Hoagland's a diferentes concentraciones y variando las dosis de ácido fúlvico, usando como fuente, K-tionic (25%) (Grupo Bioquímico Mexicano, S. A. de C. V.) (Ver cuadro 1). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial AXB y cinco repeticiones.

A los 17 días después de la germinación se realizó una evaluación de peso fresco de raíz y parte aérea de 5 plántulas tomadas al azar por cada uno de los 12 tratamientos, los datos obtenidos fueron analizados con un ANVA realizando la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Cuadro 1. Relación de tratamientos utilizados en la solución nutritiva para la producción de plántula y trasplante en melón.

Tratamiento	Solución Hoagland's	Ácido fúlvico mL L ⁻¹
8	50%	0
2	50%	0.2
7	50%	0.4
6	50%	0.6
1	75%	0
4	75%	0.2
12	75%	0.4
9	75%	0.6
3	100%	0
10	100%	0.2
5	100%	0.4
11	100%	0.6

2.- Trasplante.

Para la realización de esta fase del experimento, se conservaron los 12 tratamientos originales y por cada uno se establecieron 10 repeticiones, dando un total de 120 unidades experimentales, sometiendo los datos al análisis estadístico ya mencionado.

El trasplante se realizó 18 días después de la germinación, en macetas de 20 litros, usando como sustrato arena sílica con un pH de 7.2. Se continuó usando la solución nutritiva mencionada anteriormente y se fertirrigó 2 veces por semana aplicando 0.5 l/planta en la fase inicial y posteriormente 1.00 l/planta.

Fue evaluado el rendimiento y se realizó un análisis foliar de elementos minerales en la etapa considerada de inicio de fructificación. Para el caso del potasio y calcio las muestras fueron preparadas por digestión ácida y se leyeron por espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 2380, el fósforo por colorimetría y el nitrógeno por el microkjendhal.

Los frutos cosechados se clasificaron en dos categorías: comercial y rezaga, para la primera, se tomaron en cuenta los frutos bien formados, redondos, con red perfecta, sin daños de plagas y enfermedades, todos los que no cumplieran con estos requisitos, se clasificaron como rezaga y para la producción total fue la suma de las clasificaciones anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Fase para producción de plántula

Peso fresco de raíz. Para esta variable el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas para solución nutritiva (A), ácido fúlvico (B) y su interacción (AxB), mostrando el mejor comportamiento la

dosis de 100% de solución Hoagland's + 0.4 mL L⁻¹ de ácido fúlvico, con un incremento con respecto a su testigo sin fúlvico de casi el 270% para esta variable (Cuadro 2 y Figura 1).

En la Figura 1, se observa que todos los tratamientos tienen la tendencia ya descrita por Chen y Aviad (1990), que muestra incrementos en el crecimiento a medida que se aumentan las concentraciones de sustancias húmicas en la solución nutritiva, seguida por una disminución del crecimiento a concentraciones muy altas. Al respecto, Narro (1997), agrega que con la adición de éstas sustancias generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de la iniciación de las raíces, así como incremento en el peso fresco de raíces. Por su parte Linehan (1976) atribuye esta respuesta a la adición de ácido fúlvico que propicia las condiciones para la división celular y el desarrollo de meristemas.

Para el peso fresco de la parte aérea de plántulas se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 2) para el factor solución nutritiva (A) y su interacción (AxB), lo cual indica que la adición de ácido fúlvico influyó en el comportamiento de la planta, mostrándose superior el tratamiento del 75% de solución Hoagland's +

Cuadro 2. Concentración de datos mostrando la comparación de medias de las variables evaluadas en plántula y después del trasplante de melón, utilizando solución nutritiva Hoagland's y ácido fúlvico.

Factor	Plántula			Producción		
	Peso fresco		Comercial	Rezaga	Total	
	Raíz	Follaje				
(A) Concentración Hoagland's (%)						
50	0.9 ab†	1.469 a	1023.12 b	338.0 a	1361.125 a	
75	0.71 b	1.531 a	1197.50 a	207.0 a	1404.500 a	
100	0.95 a	1.388 a	1337.25 a	221.0 a	1558.750 a	
(B) Ácido fúlvico (mL L ⁻¹)						
0	0.42 c	1.375 bc	824.00 c	352.0 a	1176.00 b	
0.2	0.83 b	1.700 a	1109.83 b	343.0 a	1452.83 ab	
0.4	1.14 a	1.525 ab	1561.66 a	166.3 a	1728.00 a	
0.6	1.02 ab	1.250 c	1248.33 b	160.6 a	1409.00 ab	

Interacción concentración Hoagland's (A) por ácido húmico (B)

A	B					
50	0	0.700 b	1.675 a	702.0 a	467.0 a	1169.0 a
50	0.2	0.575 b	1.575 a	742.5 a	406.0 a	1148.5 a
50	0.4	1.150 a	1.250 a	1532.0 a	66.0 a	1598.0 a
50	0.6	1.175 a	1.375 a	1116.0 a	413.0 a	1529.0 a
75	0	0.250 b	1.100 b	857.0 a	363.0 a	1220.0 a
75	0.2	0.750 a	2.025 a	1167.0 a	304.0 a	1471.0 a
75	0.4	1.075 a	1.875 a	1469.0 a	161.0 a	1630.0 a
75	0.6	0.775 a	1.125 b	1297.0 a	0.0 a	1297.0 a
100	0	0.325 a	1.350 a	913.0 a	226.0 a	1139.0 a
100	0.2	1.175 a	1.500 a	1420.0 a	319.0 a	1739.0 a
100	0.4	1.200 a	1.450 a	1684.0 a	272.0 a	1956.0 a
100	0.6	1.100 b	1.250 a	1332.0 a	69.0 a	1401.0 a

† Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey ≤ 0.01)

0.2 mL L⁻¹ de fúlvico superando a su testigo en un 85%, lo cual se relaciona con lo reportado por Chen y Aviad (1990), el ácido fúlvico en soluciones nutritivas de 25 a 300 mgL⁻¹,

el desarrollo de tallos correlaciona a la respuesta de la raíz y sus estudios muestran consistentes resultados positivos sobre la biomasa de la planta. En general, el mejor comportamiento se encuentra entre los rangos de 0.2 a 0.4 mL L⁻¹ de ácido fúlvico, combinado con la solución nutritiva al 75 y 100%.

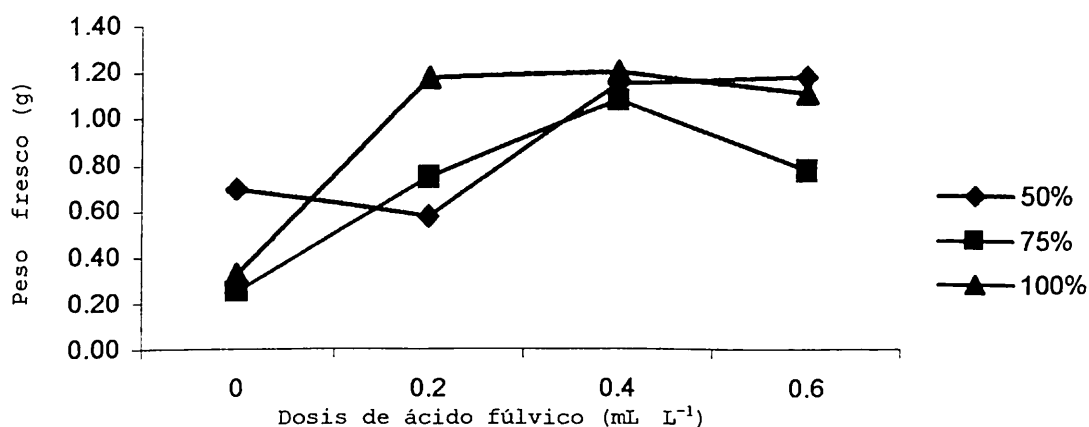


Figura 1. Biomasa de raíz en plántulas de melón al momento del trasplante

Para ambas variables, se encuentra coincidencia con lo encontrado por David y colaboradores (1994), quienes señalan que con la aplicación de ácido fúlvico incrementaron los pesos secos y frescos en plántulas de tomate, atribuidos al incremento en la permeabilidad de la membrana celular y efectos similares al de las hormonas; por su parte Chen y Aviad (1990), agregan que las sustancias húmicas tienen mayores efectos sobre las raíces que sobre las partes aéreas.

2.- Fase después del trasplante

Análisis foliar. De manera general observó una relación en el incremento de la producción con el contenido de algunos elementos como el nitrógeno y las dosis de ácido fúlvico (Figura 2) sin embargo, este elemento se encuentra en el rango mínimo de su contenido óptimo que es de 3.5% según los rangos indicados por Jones y colaboradores (1991).

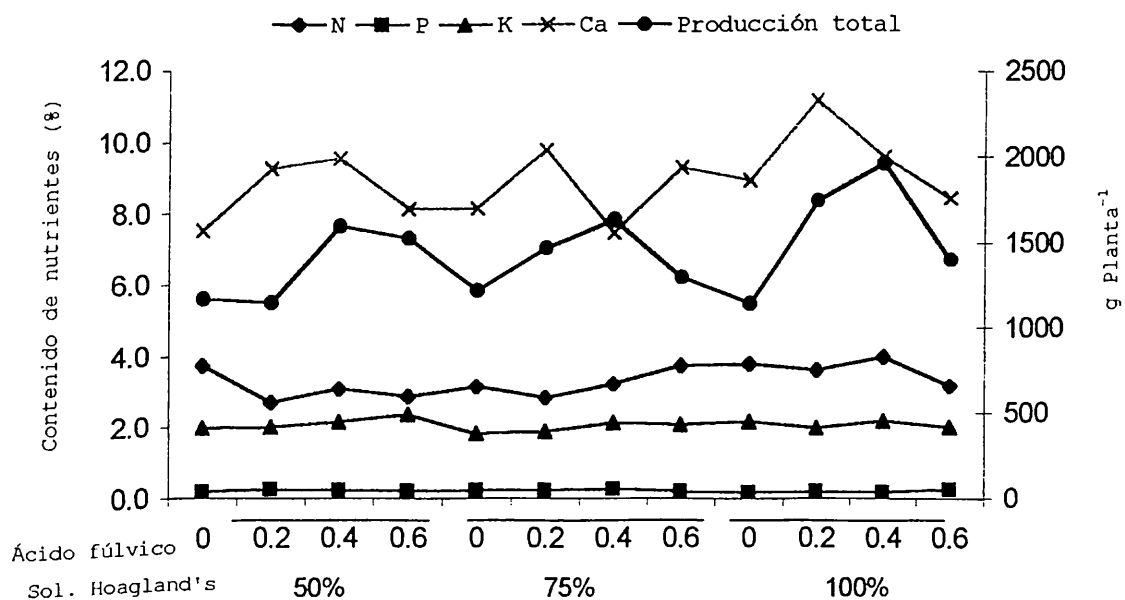


Figura 2. Distribución de nutrientes y producción total en melón

En el caso de otros elementos, el Fósforo, seguido Potasio presentaron un comportamiento bastante uniforme para todos los tratamientos, pero no sucedió lo mismo con el Calcio, sin embargo, en algunos tratamientos que se

destacan en rendimiento está presente en niveles elevados, ahora bien, por la etapa de muestreo se debe considerar que ocurre una disminución de todos los elementos móviles y aumenta la de los inmóviles Cadahia et al (1997), estos resultados nos indican que la adición de sustancias de bajo peso molecular favorece la absorción de macronutrientes por su facilidad de formar complejos con los cationes metálicos (Chen y Aviad, 1990). Se han encontrado evidencias sobre la acumulación de macronutrientes en plántulas de tomate (David et al 1994), en donde nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y cobre fueron mayores en la parte aérea que en las raíces, donde principalmente se acumuló potasio y calcio al adicionar sustancias húmicas a una dosis de 1280 mgL^{-1} .

Producción comercial. El análisis estadístico demostró diferencias altamente significativas para los factores solución nutritiva y ácido fúlvico ($p \leq 0.01$), mas no significativo para la interacción (Cuadro 2) mostrando el mejor comportamiento la dosis del 100% de la solución Hoagland's y 0.4 mL L^{-1} de ácido fúlvico, con un aumento de la producción de casi 140% respecto al testigo al 50% de la solución Hoagland's y del 96% y 85% respecto a las concentraciones del 75% y del 100% respectivamente.

Producción de rezaga. Estadísticamente no se

encontraron diferencias significativas (Cuadro 2), sobresaliendo el tratamiento con solución nutritiva al 75% + 0.6 mL L⁻¹ de ácido fúlvico, con cero frutos producidos para esta variable y como mayor productor de fruto de rezaga el testigo con solución nutritiva 50% sin ácido fúlvico.

Producción total. El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para el factor ácido fúlvico de los cuales la dosis de 0.4 mL L⁻¹ presentó el mejor comportamiento (Cuadro 2 y Figura 3).

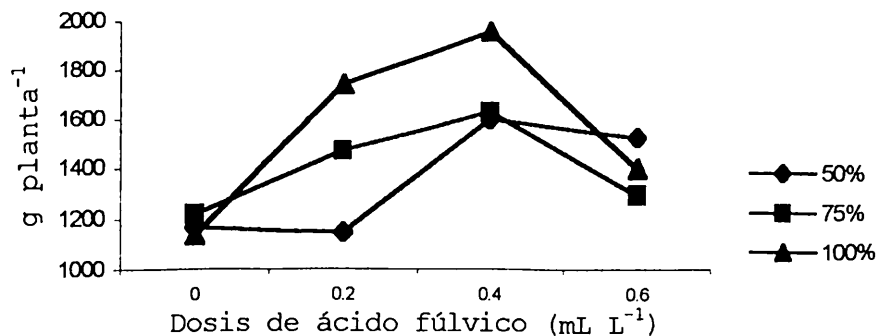


Figura 3. Producción total en melón

Al combinar la dosis mencionada con la solución Hoagland's al 100% genera la mayor producción de fruto con 1956 g/planta, superando a los testigos (50%, 75% y 100% solución Hoagland's) con un 67%, 60% y casi el 72% de

producción total, lo cual muestra que el ácido fúlvico mejoró la disponibilidad de nutrientes, de acuerdo a lo mencionado por Narro (1997), que con este producto se mejora la absorción y la utilización de nutrientes minerales, incrementando el crecimiento y rendimiento de las plantas y según lo reportado por Sifuentes (1995), en una investigación en papa, usando sustancias húmicas se eleva la producción de tubérculos a dosis de 120 kg/ha al afectar de manera positiva la disponibilidad de nitrógeno, potasio y calcio.

CONCLUSIONES

Para la producción de plántulas de melón se recomienda la utilización de solución nutritiva al 75% con la adición de ácido fúlvico en dosis de 0.2 ó 0.4 mL L⁻¹, lo que a su vez, nos ofrece la posibilidad de ahorrar fertilizantes. Existe una tendencia hacia el incremento de la raíz y parte aérea de plántulas de melón, conforme aumenta la dosis de ácido fúlvico, pero después de 0.4 mL L⁻¹, disminuyó considerablemente.

Después del trasplante, se encontró que el contenido de nutrientes presentes en hojas del cultivo está relacionado

con rendimiento, sin embargo, los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, fueron bajos en los tratamientos sin adición de ácido fúlvico.

La adición de ácido fúlvico a dosis de 0.4 mL L⁻¹, favoreció el incremento en el rendimiento y en la calidad de frutos.

LITERATURA CITADA

- Adani, F., P. Genevini, P. Zaccheo and G. Zocchi. 1998. The effect of comercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 21(3) 561-565.
- Cadahia, L. C., A. E. Eymar, M. J. L., Lucena, 1997. Materiales fertilizantes utilizados en fertirrigación. In: *Fertirrigación Cultivos Hortícolas y Ornamentales*. Ed. Cadahia, L. A. Ediciones Mundi-Prensa. España-México. pp. 81-121.
- Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: "Humic substances in soil and crop sciences: selected readings". Eds. C.E. MacCarthy, R.L. Clapp, P. Malcolm and P.R. Bloom. Wisconsin, U.S.A. pp. 161-186.
- David, P. P., P. V. Nelson and D. A. Sanders. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in

solution culture. Journal of plant nutrition.
17(1):173-184.

Franco, J. A. y S. Bañón. 1997. Posibilidades agrícolas de los ácidos húmicos comerciales.
(<http://www.ar.woc.pl/webwwe/humic>).

Jones, J. B., Wolf, B. And Harry A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Pág. 179-181.

Hernández, B. M. A. 1992. Análisis de las variables técnicas y de mercadeo a considerar en la explotación de melón en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 23-28.

Linehan, D. J. 1976. Some effects of a fulvic acid component of soil organic matter on the growth of cultivated excised tomato roots. Soil Biology and Biochemistry, 8, 511-517.

Kingman, A. R. 1973. A review of humus and humic acids.
<http://www.clemson.edu/hort/>

Narro, F. E. 1997. Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de la papa. In: Foro de investigación. Investigaciones en el cultivo de la papa. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Pinton, R., Z. Varanini, G. Vizzotto and A. Maggioni. 1992. Soil humic substances affect transport properties

- of tonoplast vesicles isolated from oats roots. *Plant and Soil* 142: 203-210.
- Reyes, L. A. 1993. Humic acid effect on the stomatic conductance and leaf abscission on apple cv. Golden delicious. *Acta Horticulturae*. ISHS:329:253.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1995. Tablas Estadísticas. Delegación Estatal Coahuila. Unidad de Planeación. P. 20.
- Sifuentes, I. E. 1995. Ácidos húmicos y elementos menores en la nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Pág. 87.
- Schnitzer, M. and S. I. M. Papst. 1967. Effects of a soil humic compound on root initiation. *Nature*. 213, 383-390.
- Vaughan, D., R. E. Malcolm and B. G. Ord. 1985. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. The Macaulay Institute for Soil Research, Aberdeen, Scotland.
- Verdugo, O. V. 2000. Efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos sobre hongos micorrízicos arbusculares en chile ancho. Cv. Gigante. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 104.

CONCLUSIONES

Para la producción de plántulas de melón se recomienda la utilización de solución nutritiva al 75 por ciento con la adición de ácido fúlvico en dosis de 0.2 ó 0.4 mL L⁻¹, lo que a su vez, nos ofrece la posibilidad de ahorrar fertilizantes.

Existe una tendencia hacia el incremento de la raíz y parte aérea de plántulas de melón, conforme aumenta la dosis de ácido fúlvico, pero después de 0.4 mL L⁻¹, disminuyó considerablemente.

Después del trasplante, se encontró que el contenido de nutrientes presentes en hojas del cultivo está relacionado con rendimiento, sin embargo, los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, fueron bajos en los tratamientos sin adición de ácido fúlvico.

La adición de ácido fúlvico a dosis de 0.4 mL L⁻¹, favoreció el incremento en el rendimiento y en la calidad de frutos.

LITERATURA CITADA

- Adani, F., P. Genevini, P. Zaccheo and G. Zocchi. 1998. The effect of comercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*. 21(3) 561-565.
- Cadahia, L. C., A. E. Eymar, M. J. L., Lucena, 1997. Materiales fertilizantes utilizados en fertirrigación. In: *Fertirrigación Cultivos Hortícolas y Ornamentales*. Ed. Cadahia, L. A. Ediciones Mundi-Prensa. España-México. pp. 81-121.
- Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: "Humic substances in soil and crop sciences: selected readings". Eds. C.E. MacCarthy, R.L. Clapp, P. Malcolm and P.R. Bloom. Wisconsin, U.S.A. pp. 161-186.
- David, P. P., P. V. Nelson and D. A. Sanders. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of plant nutrition*. 17(1):173-184.
- Jones, J. B., Wolf, B. And Harry A. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook*. Pág. 179-181.
- Hernández, B. M. A. 1992. Análisis de las variables técnicas y de mercadeo a considerar en la explotación de melón en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 23-28.
- Linehan, D. J. 1976. Some effects of a fulvic acid component of soil organic matter on the growth of cultivated excised tomato roots. *Soil Biology and Biochemistry*, 8, 511-517.
- Narro, F. E. 1997. Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de la papa. In: *Foro de investigación. Investigaciones en el cultivo de la papa*. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

- Pinton, R., Z. Varanini, G. Vizzotto and A. Maggioni. 1992. Soil humic substances affect transport properties of tonoplast vesicles isolated from oats roots. *Plant and Soil* 142: 203-210.
- Reyes, L. A. 1993. Humic acid effect on the stomatic conductance and leaf abscission on apple cv. Golden delicious. *Acta Horticulturae*. ISHS:329:253.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1995. Tablas Estadísticas. Delegación Estatal Coahuila. Unidad de Planeación. P. 20.
- Sifuentes, I. E. 1995. Ácidos húmicos y elementos menores en la nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Pág. 87.
- Schnitzer, M. and S. I. M. Papst. 1967. Effects of a soil humic compound on root initiation. *Nature*. 213, 383-390.
- Vaughan, D., R. E. Malcolm and B. G. Ord. 1985. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. The Macaulay Institute for Soil Research, Aberdeen, Scotland.
- Verdugo, O. V. 2000. Efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos sobre hongos micorrizicos arbusculares en chile ancho. Cv. Gigante. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 104.

APENDICE

Cuadro A. 1 Comparación de medias y nivel de significancia en variables de calidad, en el cultivo de melón.

Factor		Grosor de Pulpa (cm)	Firmeza (kg)	Grados Brix
Significancia en A		NS	**	NS
(A) Concentración Hoagland's (%)				
50		3.61 a†	12.7 a	12.8 a
75		3.53 a	12.8 a	12.5
100		3.64 a	11.0 b	12.3 a
Significancia en B		**	**	NS
(B) Ácido fúlvico (cm ³ L ⁻¹)				
0		3.51 b	10.6 b	12.8 a
0.2		3.65 ab	13.3 a	12.1 a
0.4		3.48 b	11.5 ab	12.3 a
0.6		3.73 a	13.3 a	12.9 a
Significancia en A x B		**	**	NS
Concentración Hoagland's (A) por ácido húmico(B)				
A	B			
50	0	3.8 a	9.4 b	13.6 a
50	0.2	3.5 a	13.2 a	11.9 a
50	0.4	3.5 a	14.9 a	12.5 a
50	0.6	3.7 a	13.2 a	13.2 a
75	0	3.4 a	10.8 b	13.2 a
75	0.2	3.5 a	15.3 a	11.9 a
75	0.4	3.5 a	10.9 b	12.7 a
75	0.6	3.7 a	14.4 a	12.3 a
100	0	3.3 c	11.6 ab	11.8 a
100	0.2	4.0 a	11.5 ab	12.5 a
100	0.4	3.5 bc	8.6 b	11.7 a
100	0.6	3.8 ab	12.4 a	13.1 a

** = $p \leq 0.01$

NS = No Significativo

† Letras distintas son diferentes estadísticamente según Tukey ($p \leq 0.05$).

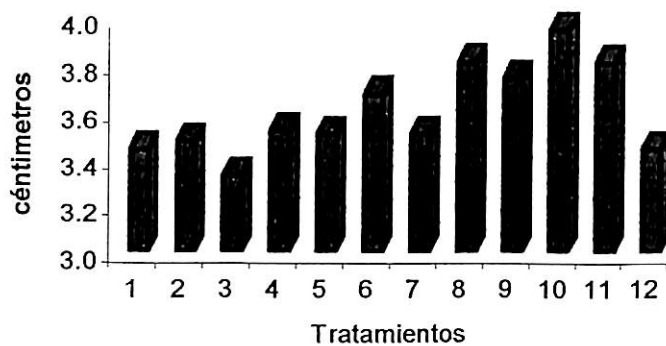


Figura A. 1 Grosor de pulpa en frutos de melón

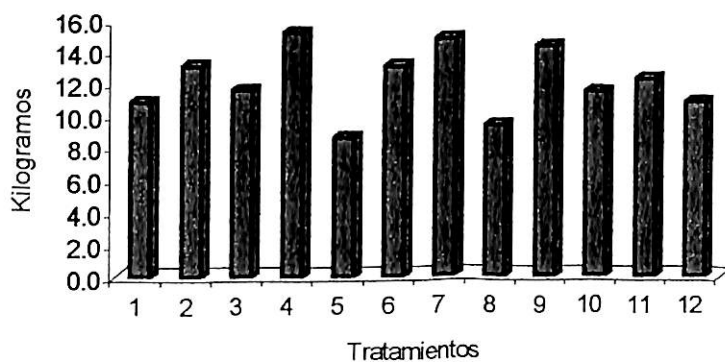


Figura A. 2 Firmeza de frutos de melón

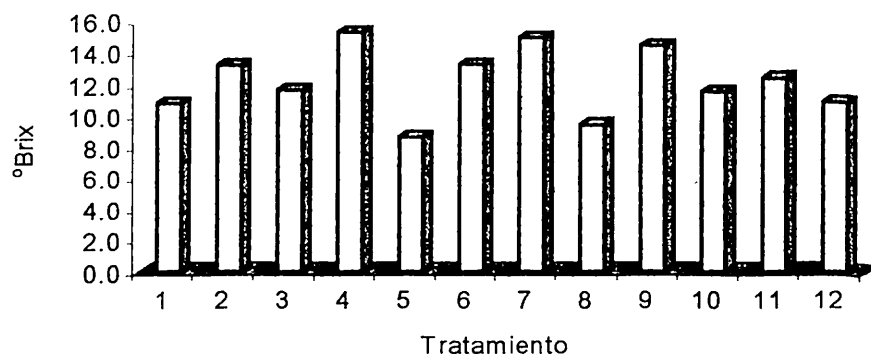


Figura A. 3 Contenido de sólidos solubles en frutos de melón