



**Ministerio de Educación Superior
Universidad de Granma**

Facultad de Ciencias Agrícolas
Bayamo, M.N



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y
Recursos Naturales

**Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero
Agrónomo**

**Título: Evaluación del efecto de los ácidos húmicos sobre los
parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum
lycopercicum L.*).**

Autor: María Gabriela Casa Chancusig

Tutor: MSc. Juan José Reyes Pérez

Ing. Tania Lambert García

Julio, 2010

“Año 52 de la Revolución”

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a :

Mis adorables padres, Luis Alfredo y Carmen Amelia por depositar la confianza en mí en los momentos más difíciles y poder contar en todo momento con el apoyo incondicional que solo unos padres maravillosos me lo pueden dar para lograr ser un profesional.

A mis queridas hermas, Lucía Alexandra y María Belén, por ser los seres más maravillosos que Dios me ha dado.

A mis queridos abuelitos, tíos, primos, por ser una familia muy unida y brindarme el apoyo absoluto en todos los momentos ,buenos y difíciles de mi vida .

A todos ustedes dedico este trabajo, con cariño, aprecio y amor porque siempre permanecieron a mi lado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por mantenerme con salud y vida para cumplir mis sueños de ser un profesional y estar junto a los seres que más quiero en la vida que es mi familia.

A mis queridos padres que con tanto sacrificio me dedicaron un tiempo valioso de sus vidas.

A mi tutore MSc. Juan José Reyes Pérez por brindarme su conocimiento y confianza para salir exitosamente en este trabajo.

A mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional para en el futuro servir a la sociedad.

A la prestigiosa Universidad de Granma, por acogerme y apoyarme en la realización del trabajo final de mi carrera.

Resumen

Se realizaron experimentos en la etapa de semillero, en áreas del Huerto Intensivo “Las Marianas” pertenecientes a la Granja Urbana del municipio Jiguaní, Granma, con el objetivo de evaluar el efecto de los ácidos húmicos sobre parámetros de calidad en plántulas de tomate, cultivadas sobre un suelo pardo con carbonato. Las evaluaciones se realizaron a los 24 días de regada la semilla, utilizando tres diluciones de ácidos húmicos (1/10, 1/20, 1/30(v/v)) y un tratamiento control. Los tratamientos fueron aplicados imbibiendo las semillas durante seis horas, siguiendo un diseño experimental completamente aleatorio. En los casos que los indicadores mostraron diferencias significativas se utilizó la prueba de comparación múltiple de media Tukey. Sobre la base de los resultados obtenidos se comprobó que a los 24 días después de la siembra, los ácidos húmicos tienen una influencia positiva sobre la altura de la planta, diámetro del tallo, largo de la raíz, número de hojas, así como en la masa fresca y seca de la raíz y área foliar. Desde el punto de vista económico la dilución del ácido húmico 1/30 (v/v) propició un beneficio de 64332,5 miles de pesos por ha, un beneficio/costo de 13,78 y un costo por peso de 0,07.

Abstract

Research has been performed in the seedbed stage in areas of the Intensive Orchard "The Marianas" belonging to the Urban Farm of the municipality Jaguaní, Granma. This research was done in order to determine the effect of the sour húmicos on the growth and development of tomato plants over a brown floor with carbonate. Evaluation was performed 24 days after the spread of tomato seeds, using three spreads of diluted sour húmicos (1/10, 1/20, 1/30(v/v)) and a control treatment. These treatments were properly applied, taking into account seed inhibition by six hours and following an aleatory experimental design. The Tukey test was altogether applied on those cases with significant differences. Upon the basis of obtained results, it was shown that, 24 days after sowing, the sour húmicos exerts a beneficial effect on the plants' height, the diameter of the stem, root length, number of leaves, as well as the dried mass of both root and foliage area. Concerning the economical viewpoint, sour húmico dilution 1/30(v/v) allowed an increase of 64644.2 millions in cup per ha, a cost/benefit of 13.88 and a cost per cup of 0.06.

ÍNDICE

	Pág.
I. Introducción	1
II. Revisión Bibliográfica	4
2.1. Generalidades del cultivo de tomate.....	4
2.2. Taxonomía y morfología.....	4
2.3. Exigencias ecológicas del cultivo.....	7
2.4. Características del Semillero.....	9
2.5. Labores culturales.....	10
2.6. Plagas y enfermedades.....	12
2.7. Recolección.....	15
2.8. Calidad de las posturas de tomate.....	15
2.9. Características de la variedad Amalia.....	16
2.10. Importancia de la agricultura orgánica y sostenible.....	17
2.11. Definición y clasificación de las sustancias húmicas.....	17
III. Materiales y Métodos	25
3.1. Ubicación y caracterización edafoclimática del área experimental.....	25
3.2. Diseño experimental.....	26
3.3. Desarrollo experimental.....	26
3.4. Indicadores del crecimiento evaluados.....	27
3.5. Procesamiento estadístico.....	27
3.6. Valoración económica.....	28
IV. Resultados y Discusión	29
4.1. Influencia de los ácidos húmicos sobre algunas variables del crecimiento.....	29
4.2. Influencia de los ácidos húmicos sobre la masa fresca y masa seca del área foliar y la raíz.....	34
4.3. Valoración Técnico Económica.....	39
V. Conclusiones	41
VI. Recomendaciones	42
VII. Bibliografía	

I. Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*), es originario de las regiones tropicales de América del sur ya que todas las especies silvestres relacionadas con el son nativas de la región Andina que hoy comprende Ecuador, Chile, Colombia, Bolivia, Perú, donde estos pueblos no lo utilizaban como alimento, lo que trajo como consecuencia que a la llegada de los españoles al continente lo conocieran como una planta ornamental y así lo llevaron a Europa provocando que los primeros países en emplearlo como alimento fueran España, Italia, a partir de 1800 cuando se extendió su uso como planta agrícola convirtiéndose más tarde en una de las hortalizas más ampliamente cultivadas en los diferentes países (Huerres y Caraballo, 1996).

En el mundo actualmente, el tomate alcanza altos volúmenes de producción mundial, los cuales superan los 18 millones de toneladas anuales. En los Estados Unidos de Norteamérica la producción anual se encuentra entre 7 y 9 millones de toneladas, mientras que en Sudamérica se destaca la producción brasileña con 170.000 toneladas por año y con una productividad promedio de 41 ,13 toneladas (Infoagro 2007).

En Ecuador el cultivo de tomate bajo cubierta ha despertado enorme interés en la producción, especialmente en la zona central de la región interandina, donde se maneja con cierta tecnología como ocurre en las plantaciones de la provincia del Tungurahua. A nivel nacional se cultiva 60 ha bajo cubierta, de las cuales Tungurahua cubre el 70 por ciento; en la costa se cultiva a campo abierto en una extensión de 2223 ha (INEC 2009).

En Cuba, el tomate constituye la principal hortaliza, tanto por el área que ocupa nacionalmente, como su producción. Del área total de las hortalizas, dicho cultivo comprende el 50% a nivel nacional, se han comercializado en los últimos años y se cultiva en todas las provincias del país, siendo las principales productoras: La Habana, Pinar del Río y Villa Clara. La producción se destina al consumo fresco para la población y la industria, donde se elabora: puré, salsa, pasta, jugo, conservas, entre otros. Se utiliza el tomate por su contenido de minerales y

vitaminas, que son elementos indispensables para el desarrollo y correcto funcionamiento del organismo humano. Se caracteriza como activador de secreción gástrica, aumenta la secreción de saliva y hace más agradable los alimentos insípidos. (Huerres y Caraballo, 1996).

Como una de las alternativas la agricultura moderna para la obtención de una mayor productividad y solución de las problemáticas ecológicas y económicas existentes a nivel mundial, se encuentra la agricultura orgánica y sostenible, la cual revitaliza la idea de la utilización de productos de origen orgánicos, como fuentes alternativas de fertilización y bioestimulación. (Arteaga, 2003)

La comercialización de ácidos húmicos extraídos de fuentes orgánicas, es otra de las alternativas utilizadas a nivel mundial. El Grupo de Materia Orgánica y Bioestimulantes del Departamento de Química de la Universidad Agraria de la Habana, ha obtenido un extracto de sustancias húmicas a partir que ha evidenciado actividad estimulante del crecimiento y desarrollo vegetal en numerosos cultivos, sin contaminar al medio ambiente (Arteaga, 2005) (Gárces, 2004)

La aplicación de sustancias húmicas permite reducir las dosis de varios agroquímicos en diferentes cultivos, al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo. (Beltrán *et al.*, 2004).

Problema Científico

¿Es posible, ecológica y económicamente sostenible la aplicación de ácidos húmicos en plántulas de tomate en condiciones de semilleros?

Hipótesis Científica

- La utilización de ácidos húmicos en la producción de plántulas de tomate como tecnología limpia, estimula el crecimiento de las mismas, lo que contribuye al conocimiento de alternativas para la obtención de posturas de óptima calidad.

Objetivo General

- Evaluar el efecto de los ácidos húmicos sobre los parámetros de calidad en plántulas de tomate.

Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de ácidos húmicos sobre algunos indicadores del crecimiento en plántulas de tomate.
- Valorar la factibilidad económica de las diluciones más promisorias en plántulas de tomate.

II. Revisión Bibliográfica

2.1. Generalidades del cultivo de tomate.

El tomate constituye una de las principales hortalizas que se cosecha en nuestro país por sus aportes nutricionales y aceptación por la población. El tomate se consume en estado natural (fresco) y en conserva. El consumo de los frutos frescos ha aumentado considerablemente en los últimos años (Casanova *et.al.*, 2003). Tiene además una gran importancia para la preparación de algunos productos industriales, tales como puré, encurtidos, jugos etc. Aunque desde el punto de vista alimenticio, el tomate no puede ser considerado como alimento energético o plástico; a pesar de que 1 Kg. de fruta puede proporcionar 176 cal, la cantidad empleada en la alimentación, incluso bajo la forma de derivados, es significativa. El fruto del tomate es un activador de la secreción gástrica, pues su aroma estimula el apetito, aumenta la secreción de saliva, y es además un eficaz catalizador del proceso asimilativo. El tomate es rico en aminoácidos y en ácidos orgánicos. Contiene una cantidad importante de vitamina C, también posee, aunque en menor cantidad, vitamina B y D. Las sales de hierro y de potasio, se encuentran en una relación equilibrada de acuerdo con los fines alimenticios (Moya *et al.*, 2006).

2.2. Taxonomía y morfología.

Según Infoagro (2009) el tomate pertenece a:

División..... Macrophylophyta
Subdivisión..... Magnoliophytina
Clase..... Paeonopsida
Orden..... Scrophulariales
Familia..... *Solanaceae*.
Género.....*Lycopersicon*
Especie.....*Lycopersicon esculentum* Mill.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL (Claudia, 2004).

Composición nutricional del tomate		
Elemento o compuesto	Unidad	Total
Agua	%	94,3
Proteínas	%	0,9
Carbohidratos	%	3,3
Grasas	%	0,1
Fibras	%	0,8
Cenizas	%	0,6
Hierro	mg	0,7
Calcio	mg	7
Fósforo	mg	19
Vitamina A	u.i	1,1
Vitamina C	mg	20
Calorías	Kcal	17

Entre las características más importantes del cultivo señalan: **Planta:** Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

Su sistema radicular: Presenta raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Huerres y Caraballo, 1988).

El tallo principal: Es un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

La hoja: Es compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de siete a nueve y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Infoagro, 2009).

La flor: Es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bio plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de tres a diez en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex, las inflorescencias se desarrollan cada dos-tres hojas en las axilas.

El fruto: Es una baya bio plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Huerres y Caraballo, 1988)

2. 3 Exigencias ecológicas del cultivo.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Guenkov, 1974).

Es una hortaliza de clima cálido, no tolera heladas. El rango de temperaturas del suelo debe ser de 12 a 16⁰C (mínima 10⁰C y máxima de 30⁰C) y la temperatura ambiental para su desarrollo es de 21 a 24⁰C, siendo la óptima de 22⁰C, a temperaturas menores de 15⁰C y mayores de 35⁰C puede detener su crecimiento, la temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18 a 24⁰C; si la temperatura es menor de 13⁰C los frutos tienen una maduración muy pobre, así mismo cuando la temperatura es mayor de 32⁰C durante el almacenamiento, la coloración roja (licopeno) se inhibe los frutos y se tornan de color amarillo. (Huerres y Caraballo, 1988).

En Cuba se hace el semillero de tomate en el mes de septiembre donde el rango de temperaturas oscila entre 18 y 28⁰C, lo que permite hacer el trasplante en el mes de octubre, en este período considerado como el óptimo existe un rango muy estrecho de temperaturas entre el día y la noche y una elevada humedad relativa, condiciones estas que se agudizan en el período no óptimo al elevarse las temperaturas, la humedad relativa, la radiación solar y las precipitaciones (Casanova, 1991).

Humedad: La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%. Con humedades superiores al 80% incrementa la incidencia de enfermedades en la parte aérea de la planta y puede determinar, además, el agrietamiento de los frutos o dificultades en la polinización ya que el polen se apelmaza. En el otro extremo, una humedad relativa menor al 60% dificulta la fijación de los granos de polen al estigma, lo que dificulta la polinización (Guenkov, 1974).

Luminosidad: El régimen luminoso es otro factor importante en la producción de tomate. Los efectos de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de las plantas, están relacionados principalmente con el papel de la fotosíntesis y la transpiración vegetal. El tomate necesita de condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados (Rosabal, 2003).

Suelo: la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, el cual tiene que ser excelente ya que no soporta el anegamiento. No obstante, prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Huerres y Caraballo, 1988).

Humedad del suelo: La exigencia en cuanto a la humedad del suelo, está determinada por las características del sistema radical y de las hojas; ésta se considera como media. La deficiencia de humedad altera el metabolismo general de la planta, así se comprobó en estudios realizados en el ámbito celular, en que se encontró que los cloroplastos son los orgánulos más sensibles a la falta de agua. La carencia de humedad produce también el fenómeno de absorción de agua de los frutos por los diferentes partes del vegetal; estos presentan lo que se conoce como “culillo apical” (Garat, 2003).

Precipitaciones: El tomate es considerado una de las especies más sensibles a la humedad del suelo. La repartición de las lluvias y el estado higrométrico son

dos factores de gran importancia para todos los cultivos; en el cultivo del tomate un exceso de humedad causa reducción del crecimiento del tallo, del sistema radicular y cambios en la fisiología y morfología de las plantas en general al disminuir la concentración de oxígeno en el medio de la raíz, debido a que los poros del suelo se encuentran llenos de agua, esta situación afecta las relaciones hídricas u otros procesos como el metabolismo de los carbohidratos y la actividad respiratoria causando finalmente la marchites de la planta (Pezeshki, 1994).

En cambio, cuando las plantas son sometidas a estrés hídrico, se afecta la expresión de las hojas, la apertura de los estomas y la elongación del tallo (Hele y Orcut, 1987).

En Cuba durante la época lluviosa y caliente se observan rendimientos muy bajos o nulos en las variedades no adaptadas, la calidad del fruto se afecta igualmente por rajaduras, pudriciones y color indeseable (Gómez *et al.*, 2000), razones por las que se cultiva el tomate en la época de seca siendo necesarios un adecuado suministro de agua durante todo el ciclo vegetativo, cualquier déficit en una fase crítica de desarrollo o un humedecimiento excesivo afecta tanto la cantidad como la calidad de los frutos (Dell Amico *et al.*, 1994).

2.4. Características del Semillero

Es un sitio donde se siembran los vegetales, en un área de terreno preparado y acondicionado especialmente para colocar las semillas con la finalidad de producir su germinación bajo las menores condiciones y cuidados, donde inicia su primera fase de desarrollo donde pueda crecer sin dificultad hasta que la plántula esté lista para el trasplante al terreno definitivo.

2.4.1. Importancia de los Semilleros

Son importantes porque permiten un mejor aprovechamiento y rendimiento por metro cuadrado; garantizan una mejor selección de la semilla y con esto aumenta considerablemente las posibilidades de tener una mejor productividad en las cosechas; facilita la actividad agrícola familiar, ya que tanto el padre agricultor

como la madre y los hijos podrán participar en la siembra. Los semilleros son muy importantes porque permiten que ciertas hortalizas de semillas muy pequeñas, como la lechuga, la cebolla y el tomate, puedan lograr un buen desarrollo en su primer periodo de vegetación.

2.4.2. Preparación del semillero

Mezclar una parte de arena, dos partes de suelo y una parte de estiércol viejo y seco. Realizar camas de 15 a 20 centímetros sobre el nivel del suelo y 120 cm de ancho, el largo de la cama depende de la superficie que desea cultivar. Antes de realizar la siembra, dar riegos diarios durante diez días con abundante agua sin causar encharcamiento para obtener una humedad óptima (INIAP, 2008).

2.5. Labores culturales

2.5.1. Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en ocasiones suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos.

2.5.2. Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado. .

2.5.3. Desyemado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

2.5.4. Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

2.5.5. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre.

2.5.6. Fertirrigación

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). En cultivo en suelo y en enarenado; el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.

- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua).

2.6. Plagas y enfermedades

Plagas

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de Negrilla sobre la melaza que excreta la Mosca blanca, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas.

Pulgón (*Aphis gossypii*)

Forman colonias y se alimentan chupando la savia de los tejidos. Los síntomas son deformaciones y abolladuras en las hojas de la zona de crecimiento. Debido a la melaza que excreta prolifera el hongo Negrilla.

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Es un ácaro que se puede ver con lupa o fijándose muy cerca con buena vista. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. El calor y la baja humedad relativa favorecen el desarrollo de esta plaga.

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del Virus del bronceado del tomate (TSWV), se localizan mucho en flores.

Nematodos (*Meloidogyne spp.*)

Penetran en las raíces desde el suelo produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de "batatillas" o "porrillas". Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo.

Enfermedades

Caída de plántulas o Damping-off

En semilleros, los hongos de las raíces causan gran mortandad en plántulas recién germinadas. Es lo que se conoce por 'caída de plántulas' o 'damping-off'. A nivel del cuello quedan ennegrecidos y se doblan cayendo sobre el sustrato. Los causantes son *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*. La infección se expande con rapidez por todo el semillero.

Oídio, Ceniza (*Leveillula taurica*)

Manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un polvillo blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende pudiendo llegar a provocar importantes defoliaciones.

Mildiu (*Phytophthora infestans*)

En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. Alrededor de la zona

afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un filtro blancuzco poco patente. En tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo.

Alternariosis del tomate (*Alternaria solani*)

En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y peciolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuras ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo.

Virus

Virus del bronceado del tomate (*TSWV*)

Produce enanismo y producción nula o escasa; a veces las plantas mueren. Generalmente se producen en hojas bronceadas con puntos y manchas necróticas que a veces afectan a los peciolo y tallos; en frutos aparecen manchas, maduración irregular, deformaciones y necrosis.

Virus del mosaico del tomate

En las hojas de tomate se observa un mosaico verde claro-verde oscuro. Los frutos aparecen con deformaciones, manchas generalmente amarillas y a veces maduración irregular. La transmisión se realiza por semillas y mecánicamente por contacto de manos, herramientas, etc. No se conocen vectores específicos naturales (Infojardin ,2008).

2.7. Recolección

Los tomates se recogen en distintas fases del desarrollo de los frutos, según las exigencias del mercado y el objetivo de la producción, así que las fases de maduración en el momento de cosecha. (Garat, 2003)

Verde no hecho: Frutos grandes, color verde, duros, lóculos sin materia gelatinosa (arilo).

Verde hecho: Frutos de tamaño máximo, el verde es más pálido o más gris, al lado del ápice (estrella blanca), los lóculos presentan la materia gelatinosa (arilo).

Pintoneando: Fruto en su casi totalidad verde, en el ápice presenta una estrellita de color rosado, la parte interior alrededor de la placenta es rosada.

Pintón: Fruto en su casi totalidad rojo-amarillento.

Maduro: Frutos rojos (madurez botánica.)

2.8. Calidad de las posturas de tomate.

Para la producción de posturas debemos tener en cuenta un número de indicadores como son: Longitud del tallo, diámetro del tallo, y el número de hojas, que intervienen en el manejo de estas a la hora del trasplante, aumentando ó disminuyendo la resistencia al estrés que constituye esta labor para las posturas, además del establecimiento de las misma en el área de producción. La obtención de posturas debe realizarse con mayor cuidado y dedicación pues de la salud y estado nutricional dependerá la producción, (Casanova, et. al; 2003). En la tabla 1 se puede apreciar las características que debe presentar las posturas a la hora del transplante, además de estas características, las plántulas deben estar libre de plagas y presentar buen estado nutricional.

Tabla.1. Características deseadas en las posturas de tomate, (Casanova, et al., 2003).

Cultivo	Altura de las plantas (cm.)	Número de hojas	Diámetro del tallo (mm.)
Tomate	12 - 14	3 - 4	> 3

2.9. Características de la variedad Amalia.

Origen: Amalia se obtuvo en 1997 por un sistema de cruzamientos de ocho variedades, incluyendo autóctonas como Placero, entre las más antiguas del país; Campbell-28, la comercial de más amplio uso, que ocupa las mayores áreas agrícolas por más de 20 años; Caribe, de introducción en el país y considerada una de las mejores variedades de Guadalupe y HC-2580, de altos rendimientos obtenida en los ensayos.

La selección se efectuó en primavera e invierno, atendiendo fundamentalmente a la fructificación, precocidad de la cosecha, tamaño de los frutos y resistencia a plagas y enfermedades. Después de obtenidas las líneas A-26-4 y A-29-1, se evaluaron en diseño comparativo y área demostrativa y como control las variedades Campbell-28 y Criollo Quivicán. Posteriormente, se incluyeron en un programa de ampliación de semillas por su buen comportamiento se sembraron en diferentes áreas de producción. Han superado a la Campbell -28 en rendimiento, la precocidad y la tolerancia a las principales enfermedades y plagas, en las pruebas experimentales y de producción efectuadas.

Descripción: “Amalia” posee plantas ligeramente abiertas, de crecimiento determinado; su siembra es factible a 1.40 x 0.25-0.30 m, con un ciclo entre 90 y 120 días. El sistema de siembra es revolcado con atenciones culturales según instructivo técnico para el cultivo. Para las siembras en organopónico, se recomienda un amarre central al tallo para sostener los frutos dentro de la canaleta. Los frutos se distribuyen sin tocar el suelo; son redondos, ligeramente achatados y apostillados, de color verde claro y sin hombro verde; cuando maduran son de color rojo naranja, con una masa promedio entre 130 y 170 gramos. Esta variedad tiene un buen comportamiento frente a enfermedades del follaje, plagas y virus. En condiciones de alta infestación, es medianamente resistente a *Alternaria solani*, resistente a *Phytophthora* infestan y tolerante a *Fusarium oxysporum* (razas 0 y 1). Se caracteriza por un buen comportamiento general y altos rendimientos, incluso cuando abundan las altas temperaturas en invierno, se obtienen rendimientos entre 28 y 64 t/ha⁻¹ (Álvarez; 1997).

2.10. Importancia de la agricultura orgánica y sostenible.

La alarmante situación actual de los cambios climáticos, el sector agrícola mundial ha venido desarrollando una campaña de agricultura orgánica con el fin, de lograr estabilidad en el ciclo biológico «clima-suelo-planta» para obtener los mayores beneficios de los recursos que se dispone y proteger y conservar el medio ambiente, (Bernardo, 2005).

A partir de esto se ha desarrollado la obtención y utilización de compuestos de origen orgánicos, así como la combinación de abonos orgánicos, abonos verdes, rotación de cosechas y de esta manera contribuir al establecimiento y desarrollo de una agricultura sostenible. Durante muchos años se citan que los abonos orgánicos fueron la única fuente utilizada para mejorar y fertilizar los suelos, primero en sus formas simples (residuos de cosecha, rastrojos y residuos de animales) y después en su forma más elaborada, estiércol, compost, vermicompost, y humus de lombriz que en los últimos años se ha generalizado su uso, (Arteaga ,2006).

2.11. Definición y clasificación de las sustancias húmicas.

Las primeras definiciones en el orden físico-químico, desarrolladas para caracterizar estos compuestos, fueron de carácter principalmente cualitativo-descriptivo y operacional, ya que se fundamentaron en la diferente solubilidad de los componentes del extracto húmico completo en distintos disolventes y a diferentes pH. (Stevenson, 1994).

Las sustancias húmicas (SH) se podrían definir como aquella configuración química responsable de un determinado y singular espectro de absorción en el rango del ultravioleta-visible. La principal nota característica de esta configuración molecular estaría definida por la presencia de una serie de dobles enlaces conjugados $-C=C$ y $C=O-$ distribuidos al azar en la estructura de estos polímeros lineales. (Kumada, 1987)

Estas SH son compuestos orgánicos biosintéticos de una amplia distribución en la naturaleza. Además de encontrarse en los suelos, pueden hacerlo también en

varias concentraciones y en diferentes fuentes como por ejemplo: ríos, lagos, océanos, materiales orgánicos, minerales como la leonardita, sedimentos, etc. (Yanagi *et. al.*, 2003).

Las SH como también son conocidas, se corresponden con la fracción dominante dentro de la materia orgánica del suelo, ocupando el 80% de la misma, por lo que se considera casi equivalente a la materia orgánica. Esta se encuentra relativamente estabilizada y es resistente a la descomposición aunque se transforma en cantidades entre 1 al 6 % al año. Tal proceso conocido como mineralización es un proceso natural que puede estar muy influido por las prácticas de cultivo en la actividad agropecuaria y de manejo de zonas verdes en las áreas urbanas (Gómez, 2000).

Las SH pueden definirse de manera cualitativa como un conjunto de sustancias orgánicas de elevada masa molecular y carácter refractario, que en su estructura contienen diversos grupos funcionales, cuyo color puede variar del amarillo al negro:

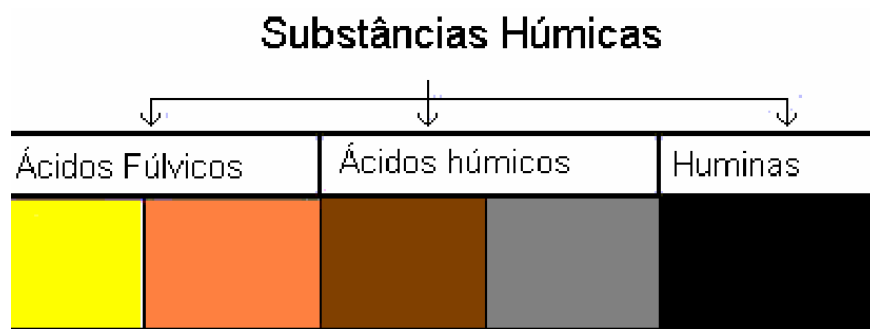


Fig. 1. Carácter Refractario de las Sustancias Húmicas

En la práctica, se clasifican teniendo en cuenta la solubilidad de las mismas en función del pH en: Humina, ácido húmico y ácido fúlvico. La humina es la fracción insoluble en agua a cualquier valor de pH, los ácidos húmicos son solubles en medio básico e insoluble en medio francamente ácido mientras que los ácidos fúlvicos, son la fracción soluble a cualquier valor de pH. (Stevenson, 1994).

2.11.1. Efecto de las sustancias húmicas sobre las plantas.

La sensibilidad de las distintas especies de plantas a la acción de las SH, es un factor que muchos autores catalogan como responsable de los efectos de este tipo de sustancias sobre la raíz y la parte aérea de las plantas. (Vaughan y Malcolm, 1985; Van de Venter, et. al. 1991).

El crecimiento y desarrollo de las plantas es la última expresión de una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos interrelacionados entre sí. Los efectos beneficiosos de las SH sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos han sido extensamente estudiados. Se ha observado un incremento en indicadores anatómicos y agroproductivos tales como: longitud de tallos y raíces, diámetro del tallo, y el número de raíces laterales, las masas frescas y secas de raíces y hojas, el número de hojas, flores y frutos, el tamaño de los frutos, los rendimientos de cosechas, etc. Por investigadores tales como Huelva et. al., (2002), Nardi et. al., (2002), Canellas et. al., (2002), Arteaga, (2004), Garcés et. al., (2003), Caro, (2004) y Zandonadi et. al., (2005).

Los efectos de estas sustancias sobre los procesos de crecimiento y desarrollo según Nardi et. al., (2002) pueden resumirse como el resultado de:

- ✓ La influencia positiva sobre el transporte de iones, lo cual facilita la absorción.
- ✓ El aumento de la respiración y de la velocidad de las reacciones enzimáticas del ciclo de Krebs, que resulta en una mayor producción de ATP
- ✓ El aumento del contenido de clorofila
- ✓ El aumento de la velocidad de síntesis de ácidos nucleicos
- ✓ El efecto selectivo sobre la síntesis proteica
- ✓ El aumento o inhibición de la actividad de diversas enzimas.

Existen dos tipos de acciones de estas sustancias sobre el desarrollo vegetal, los denominados efectos directos, que corresponderían a la acción de las SH

mediante la bioestimulación de distintos procesos fisiológicos-bioquímicos y los denominados efectos indirectos, que se refieren a la acción de las SH sobre el sistema global (Suelo-Planta), como por ejemplo la nutrición mineral de las plantas, la actividad microbiana del suelo, la humedad y la textura del suelo. (Chen y Aviad, 1990).

En gran número de estudios se ha constatado un efecto estimulante del desarrollo de la parte aérea de las distintas especies de plantas-cultivadas tanto en medio hidropónico, sustrato inerte o suelo-asociado a la acción de las SH (Vaughan y Malcolm, 1985; Chen y Stevenson, 1986; Chen y Aviad, 1990; MacCarthy et. al., 1990; Varanini y Pinton, 1994; Nardi et. al., 1996; Chen, 1996).

Algunos autores asocian los efectos positivos de las SH sobre el desarrollo de la parte aérea de la planta, con la capacidad de estas para controlar la asimilación vegetal de diferentes nutrientes, o para proporcionar una fracción potencialmente asimilable de estos nutrientes en condiciones de carencia (suelos deficientes en algunos elementos, sustratos inertes no fertilizados, cultivos en agua, etc.) (Vaughan y Malcolm, 1985).

2.11.2. Modo de acción de las sustancias húmicas.

El mecanismo esencial que justifica la acción de las SH en la toma de nutrientes, se basa en la formación de complejos sistema húmico-metal. Pizzeghello et. al., (2000) y Mackowiak et. al., (2001) consideran que un efecto indirecto de las SH sobre el crecimiento de las plantas lo constituye el acomplejamiento de un catión nutriente por dichas SH en el medio de crecimiento, resultando en la penetración de dicho nutriente en la planta. Según García-Mina, (2000) las propiedades físicas y químicas básicas de las SH determinan la fortaleza de su efecto sobre la toma de nutrientes por la planta.

Otros autores indican que el mecanismo responsable de los efectos beneficiosos de estas sustancias sobre las plantas puede estar ligado a la acción de las mismas sobre los procesos de respiración celular, actuando en los procesos de transferencia de electrones. Según Csicsor et. al., (1994) debido a la presencia

en el material húmico de semiquinonas libres las cuales son capaces de intervenir en la cadena respiratoria, incrementando el suministro de energía a la célula (Ramos, 2000).

En este sentido (Lovley et. al., 1996) han demostrado que diferentes microorganismos del suelo son capaces de utilizar las SH como aceptores de electrones en los procesos de oxidación de compuestos orgánicos, y en consecuencia en los procesos de respiración.

El efecto de los distintos tipos de SH sobre diversos procesos bioquímicos al nivel molecular, implicarían la asimilación o transporte de los compuestos húmicos íntegros al interior de las células de las plantas, lo que aún no ha sido demostrado.

Sin embargo, existen estudios con SH marcadas con ^{14}C (Nardi et. al., 1999; Canales, 2000; Arteaga, 2004) en los que se ha podido confirmar que éstas tienden a acumular ^{14}C en la raíz y más concretamente en las células de la epidermis radical y únicamente pequeñas fracciones llegan a la parte aérea. Estos autores afirman que las fracciones de menor masa molar (ácidos fúlvicos) son transportadas al interior de la raíz mediante un mecanismo que parece estar controlado metabólicamente y los ácidos de masa molar mayor (ácidos húmicos) se asimilan en menor proporción.

Autores como Vaugham, (1986) y Muscolo y Nardi, (1999) han demostrado la capacidad que tienen las fracciones húmicas de baja masa molar para acumularse en el apoplasto y enriquecer, al menos en parte, la membrana plasmática.

Estas bajas masas molares pueden entrar a la planta y afectar el metabolismo:

- ✓ Inducción o represión de la síntesis de proteínas (Dell'Angola et al., 1981).
- ✓ Activación o inhibición de la actividad de algunas enzimas (Butler y Ladd, 1969).
- ✓ Inducción de cambios morfofuncionales en la arquitectura de las raíces (Nardi et. al., 1996).

Otras posibilidades serían derivadas de una acción enzimática a nivel de membrana, lo cual generaría algún tipo de mensajero interno o fragmento activo, responsables de las diferentes respuestas observadas sobre distintos sistemas bioquímicos y procesos metabólicos intracelulares. Esto último se correspondería con una acción de tipo hormonal de las sustancias.

Se han encontrado semejanzas entre la acción de las SH y los diferentes reguladores del crecimiento como las giberelinas, citoquininas y en particular las auxinas (Clapp et. al., 2001; Nardi et. al., 2003). Recientemente, se ha detectado por espectrometría de masas (Canellas et. al., 2002) y por inmunoensayo (Nardi et. al., 2002; Quaggiotti et al., 2004) la presencia de estructuras equivalentes al ácido indol acético en las diferentes fracciones de SH.

El mecanismo de acción de las hormonas vegetales, todavía no está completamente esclarecido (Salisbury y Ross, 1994). Sin embargo, ha sido constatado que las auxinas pueden inducir o aumentar la síntesis de las enzimas H^+ -ATPasa de membrana plasmática a través de un mecanismo todavía poco conocido (Frias et. al., 1996).

La acidificación de compartimentos subcelulares por las enzimas bombeadoras de H^+ es esencial para muchas funciones fisiológicas en plantas superiores. El papel más importante de estas enzimas es generar un gradiente de potencial electroquímico transmembrana, el cual provee energía para el transporte secundario de los solutos incluyendo sacarosa, iones y muchos metabolitos (Capaldi y Aggeler, 2002; Weber y Senior, 2003). Una de las enzimas bombeadoras de H^+ más importante es la H^+ -ATPasa. Las células de las plantas superiores poseen al menos tres tipos de H^+ -ATPasa localizadas en: membrana plasmática (P-ATPasa), membranas tilacoidales y mitocondrial (F-ATPasa) y en la membrana vacuolar (V-ATPasa) (Weber y Senior, 2003; Nishi y Forgac, 2002).

El gradiente electroquímico generado por estas H^+ -ATPasas está además involucrado en el aumento de la plasticidad de la pared celular para posibilitar el

proceso de crecimiento y división de las células vegetales. Éste último mecanismo está relacionado con la “teoría del crecimiento ácido”.

Se postula que las auxinas pueden aumentar la tasa de extrusión de protones por la estimulación de dos procesos: (1) la activación de H⁺-ATPasa pre-existentes de la membrana plasmática y/o (2) la síntesis de nuevas H⁺-ATPasa (Taiz y Zeigler, 2003). Existen evidencias que los dos mecanismos pueden existir conjuntamente (Cleland, 1995).

Por otra parte, Pinton et. al. (1999), muestran que las fracciones húmicas de baja masa molar extraídas con agua afectan la absorción de nitrato y la actividad H⁺-ATPasa de la membrana plasmática en raíces de maíz. Estos autores demostraron que las plántulas de maíz expuestas a estas SH, tienen una alta capacidad de absorción de nitrato y una rápida inducción de la absorción del nitrato. Este mismo patrón fue observado para la actividad H⁺-ATPasa de la membrana plasmática, permitiendo a los autores suponer un posible papel de las sustancias húmicas extraídas con agua, en la modulación de la absorción de nitrato a través de una interacción con esta enzima.

Guridi en el 2000, encontró que los ácidos húmicos extraídos de un vermicompost estimularon el crecimiento del sistema radical de plantas de cafeto e incrementaron la actividad hidrolítica de ATP en vesículas de membranas obtenidas de esas raíces.

Façanha et. al., (2002), encontraron que los ácidos húmicos aislados de vermicompost pueden inducir la actividad de la H⁺-ATPasa de membrana plasmática y el desarrollo de raíces de plantas de maíz. Efecto este estudiado con más detalle por Canellas et. al. (2002), quienes describen actividad hormonal de estos ácidos húmicos sobre el desarrollo de raíces laterales, en donde la inducción de la actividad de la H⁺-ATPasa resulta del aumento del contenido de esta enzima.

Canellas et. al., (2004), plantean que la actividad H⁺-ATPasa de la membrana plasmática puede ser empleada como un marcador bioquímico para la bioactividad de las SH.

Lo discutido en estos epígrafes anteriores referente a los efectos, relación efectos-propiedades físico-químicas y modos de acción de las SH sobre el crecimiento vegetal se encuentra apoyado fundamentalmente en: la aplicación de las SH en las plantas vía radical, experimentos desarrollados en condiciones de Laboratorio o Casa de Vegetación y sustancias húmicas extraídas de diferentes fuentes (generalmente diferentes tipos de suelos) que además están purificadas.

Sin embargo, existen trabajos que han comprobado un efecto positivo de las SH purificadas o no y aplicadas vía foliar en condiciones de campo.

Algunos autores han observado que la aplicación foliar de las SH también produce un significativo aumento del desarrollo de la raíz y de la parte aérea (Chen y Aviad, 1990).

Diferentes autores Fernández-Escobar et. al., (1996), Vivas et. al., (1997), Ramos et. al., (1997) han comprobado que la aplicación foliar de una solución de ácidos húmicos inmediatamente antes o después del transplante o después de la emergencia de las plantas- causaba aumentos muy significativos de los diferentes cultivos, como por ejemplo, olivo, trigo y tomate.

Huelva et. al., (2004), demostraron que aplicando foliarmente Liplant extraído de vermicompost de estiércol vacuno se lograba un incremento de la masa foliar específica, del contenido de pigmentos fotosintéticos y de proteínas.

Las SH líquidas, que son las que generalmente se emplean en la agricultura, se extraen de diferentes fuentes destacándose en estos productos, las extraídas de la leonardita y aquellas obtenidas de fuentes orgánicas reciclables como el compost y el vermicompost. Estos extractos líquidos derivados de compuestos compostados o vermicompostados son conocidos a nivel mundial como “humus líquido”, los cuales incluyen en su matriz a las sustancias húmicas solubles (ácido húmico y fúlvico), hormonas, aminoácidos libres, minerales y una rica flora microbiana, lo que hace muy interesante para los especialistas que estudian este

tema, la manera en que este sistema tan complejo interactúa con los cultivos provocando efectos favorables.

Garcés et. al., (2003), proponen que estos componentes al actuar conjuntamente pudieran ejercer su actividad mediante un posible efecto sinérgico y ello posibilitaría una marcada respuesta de crecimiento y desarrollo de las plantas.

III. Materiales y Métodos

3.1. Ubicación y caracterización edafoclimática del área experimental.

La investigación se desarrolló en condiciones de semillero, en áreas del Huerto Intensivo “Las Marianas” perteneciente a la Granja Urbana del municipio Jiguaní, cuyas coordenadas son: N: 176,100; E: 506,000 (GeoCuba, 2009).

El área de semillero fue montado en el Huerto citado anteriormente, el 05 de mayo del 2010, se sembraron las semillas var. Amalia, sobre un suelo pardo con carbonato (Hernández *et al.*, 1999), cuyas características físico - química determinadas en el Laboratorio de Suelos de Granma se presentan en la Tabla 2, utilizando una vitola a una distancia de 1 cm entre ellas y a 5 cm entre surcos (1500 semillas por tratamiento), cumpliendo y manteniendo las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y desarrollo de las plántulas, (Gómez *et al.*, 2000).

Las principales variables climáticas en el área de estudio (Tabla 3), se tomaron del registro de la Estación Meteorológica, perteneciente a la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la provincia de Granma.

Tabla. 2. Características físico - químicas del suelo

Profundidad (cm)	pH		M.O (%)
	KCl	H ₂ O	
0-20	7.2	7.5	3,25

Tabla. 3. Comportamiento de algunas variables climáticas del área experimental.

Periodo	Precipitación (mm)	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa (%)
	2010	2010	2010
Mayo	143.0	32.0	77

3.2. Diseño experimental.

Se emplearon cuatro tratamientos, consistentes en tres diluciones diferentes de ácidos húmicos y un testigo sin aplicación de este producto, replicados cuatro veces cada uno de ellos, siguiendo un diseño completamente aleatorio. Estas se dividieron en cuatro partes iguales, una parte se imbibió en disolución de ácido húmico 1/10 (v/v), otra en 1/20 (v/v) y la otra en una disolución 1/30 (v/v) y la cuarta parte se imbibió en el mismo volumen que las anteriores pero con agua, durante 6 horas de inmersión y se secaron al aire y en sombra durante 24 horas posterior a la siembra.

Para la evaluación de los indicadores de crecimiento se utilizaron 10 plantas seleccionadas al azar por réplica de cada tratamiento, es decir 40 plantas tomadas aleatoriamente para cada una de las 4 áreas designadas en cada tratamiento (160 plantas por tratamiento).

3.3. Desarrollo experimental.

Las imbibición de las semillas en las diluciones de ácidos húmicos, procedente de la Universidad Agraria de la Habana (Calderín *et al.*, 2009), fueron realizadas tres diluciones de 1/10; 1/ 20; 1/30 v/v.

3.4. Indicadores del crecimiento evaluados.

3.4.1. Altura de la planta, número de hojas por plántulas, diámetro del tallo y longitud de la raíz a los 24 DDS.

- ❖ Altura de la planta (cm): Se midió con una cinta milimetrada a partir de la base del tallo por debajo del primer entrenudo hasta la parte superior de las ramas o copa de la plántula.
- ❖ Número de hojas por plántula: Se realizó mediante la observación visual en cada planta individual por tratamiento y se utilizó el valor promedio.
- ❖ Diámetro del tallo (mm): Se midió con un pie de rey.
- ❖ Longitud de la raíz (cm): Se midió con una cinta milimetrada.

3.4.2. Masas frescas y secas de la raíz y parte aérea a los 24 DDS.

- ❖ Las masas frescas de raíz y parte aérea de cada planta (g): Se determinaron mediante balanza analítica.
- ❖ Las masas secas de raíz y parte aérea de cada planta (g): Se determinaron, secada en una estufa a temperatura de 65°C, hasta masa constante, en balanza analítica.

3.5. Procesamiento estadístico.

Los datos se procesaron a través del Paquete Estadístico SAS, (2001) empleando un análisis de varianza de clasificación simple. En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiples de medias de Tukey (Lerch, 1977). Los datos obtenidos fueron transformados de acuerdo a su tipo cuando fue necesario, por la expresión $X = \sqrt{n}$ para el conteo del número de hojas.

3.6. Valoración económica.

La valoración económica de los resultados para la etapa de semillero (mejores tratamientos), se realizó según la metodología propuesta por la FAO (1980),

evaluando los siguientes indicadores: Valor de la producción en miles de pesos (**MP**) por ha (**VP**), Costo de producción de una ha en MP (**CP**), Beneficio neto en MP (**B**), Costo por peso para una ha de tomate (**C/P**) y Relación beneficio/costo en pesos (**B/C**), los que se calcularon según las siguientes expresiones:

- $VP = R \times Vm$

VP - Valor de la producción en MP por ha.

R - Rendimiento agrícola en toneladas por ha.

Vm - Valor de una tonelada de tomate.

- $CP = Cc + Cct$

CP – Costo de producción de una ha en MP.

Cc – Costo común para una ha en MP.

Cct – Costo de cosecha y transporte de una ha en MP.

- $B = VP - CP$

B - Beneficio neto en MP.

VP - Valor de la producción en MP por ha.

CP - Costo de producción de una ha en MP.

- $C / P = CP / B$

C / P – Costo por peso para una ha de tomate.

CP - Costo de producción de una ha en MP.

B - Beneficio neto en miles de pesos MP.

- $B / C = B / CP$

B / C – Relación beneficio/costo en pesos.

B - Beneficio neto en MP.

CP - Costo de producción de una ha MP

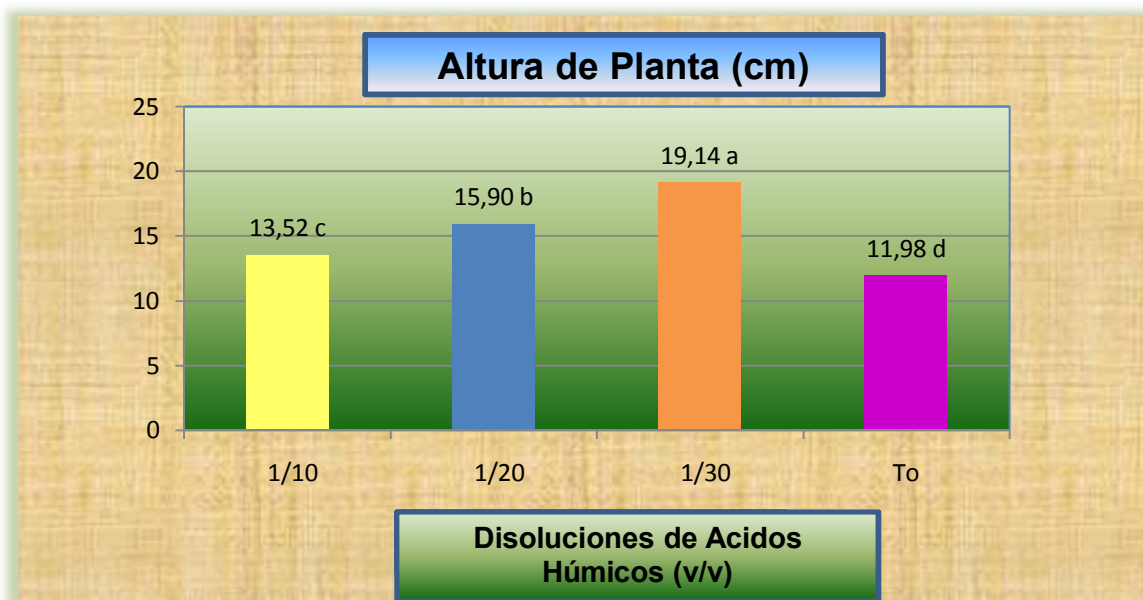
IV. Resultados y Discusión

A continuación se exponen y se discuten los principales resultados obtenidos en el trabajo experimental, que contribuyen a dar respuesta a los objetivos propuestos.

4.1. Influencia de los ácidos húmicos sobre algunas variables del crecimiento

En la Fig.2, se muestra el efecto de los ácido húmico en el indicador altura de la planta. Se aprecia que el efecto es de incrementar la altura de la planta, a medida que se incrementan las diluciones de ácidos húmicos desde 1/10 v/v hasta 1/30 v/v con respecto al control.

La comparación múltiple de medias realizada (Fig.2), muestra diferencias significativas en la dilución 1/30 v/v, con el resto de las diluciones y con el tratamiento control. El valor más alto de esta variable, se alcanzo cuando al experimento se le aplicó una dilución de 1/30 v/v con un 19,14 cm en altura de planta, superior al tratamiento control en un 62,59%.



ES = 0.09

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

Fig. 2. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la altura de las plántulas de tomate, var. Amalia en condiciones de semillero.

Los resultados obtenidos con relación al indicador anteriormente analizado indican que los ácidos húmicos fueron efectivos en la fase de semillero, al lograrse incrementos significativos con respecto a los mismos. En tal sentido, se ha comprobado que los ácidos húmicos manifiestan su actividad biológica de manera significativa aún en bajas concentraciones en varios cultivos hortícolas, así como los efectos positivos de los mismos, han demostrado favorecer el crecimiento del tallo (Calderín *et al.*, 2009).

Por otra parte las sustancias húmicas no sólo logran establecer un efecto bioestimulante, sino también pudieran establecer aunque en muy pequeñas cantidades, un efecto nutricional por su deposición en las hojas. A su vez pueden causar un efecto mayor en las plantas cuando son aplicadas, lo que garantiza una mayor disponibilidad para la incorporación de sus componentes a través de las raíces. (Alvarez, 2002).

La posible participación de estos componentes en los procesos antes mencionados pudieran estar favoreciendo los valores medios superiores obtenidos para estos indicadores por las sustancias húmicas y demás componentes de estos productos (Huelva *et al.*, 2009).

Por otro lado Fenech(2003), mencionó que las sustancias húmicas, particularmente el ácido húmico y el ácido fúlvico desde varias fuentes tuvieron efecto positivo en el crecimiento de la planta a través de la aceleración de los procesos respiratorios, por incrementar la permeabilidad de las células y por la estimulación hormonal.

Resultados similares fueron obtenidos por Antúnez, (2009), al aplicar humus líquido (Liplant) a semillas de tomate var. Amalia y encontrar valores significativos en el indicador altura de la planta.

Similares resultados fueron obtenidos por García, (2004) en un experimento de campo trabajando con otra variedad, con diferentes diluciones de Liplant vía foliar.

Martínez (2006) en un experimento en el cultivo del maíz (*Zea mays*), aplicando

Liplant por vía radical a diferentes diluciones, entre ellas la misma utilizada en este experimento.

Huelva *et al.*, (2006) trabajando en pimiento (var: Español) confirmaron que una de las concentraciones factibles de utilizar de Liplant fue la de 1/30 para obtener resultados en indicadores de crecimiento con tendencia semejante a los aquí expuestos.

La Tabla. 4. muestra el comportamiento del diámetro del tallo por planta, en la misma se puede observar que las diluciones 1/30 v/v, mostró diferencias significativas con las restantes diluciones y con el tratamiento control. El mayor diámetro del tallo por planta se alcanza en la dilución 1/30 v/v con 0,27 mm, superior al tratamiento control en un 66.66%.

Tabla.4. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre el diámetro del tallo en plántulas de tomate var. Amalia en condiciones de semillero.

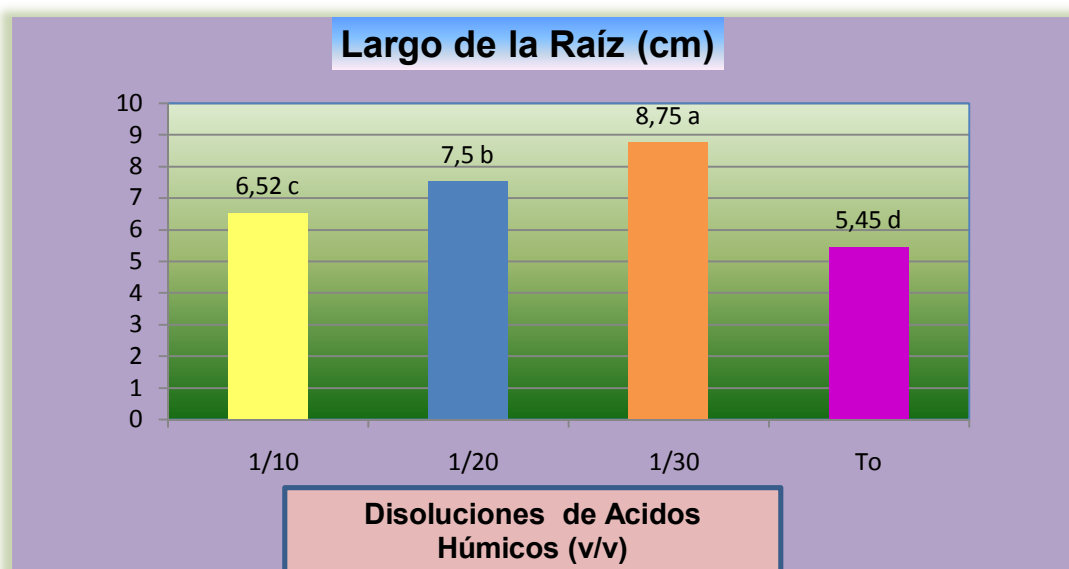
Tratamientos Disoluciones de Ácidos Húmicos(v/v)	Diámetro del Tallo (mm)
1/10	0, 21 c
1/20	0, 23 b
1/30	0, 27 a
To	0, 18 d
ES	0,001

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

Lo que reafirma la efectividad de los ácidos húmicos en la aceleración del desarrollo y crecimiento de las plántulas en esta fase sobre todo para la disolución de 1/30 (v/v). Todo esto está relacionado a que las sustancias húmicas (Mayhew, 2004), tienen efectos positivos sobre el crecimiento vegetal al bioestimular distintos procesos fisiológicos-bioquímicos de las plantas (Garcés *et al.*, 2004).

Resultados similares a los obtenidos por Ruiz *et al.*, (2002), en soya, al trabajar en disoluciones de 1/30 de Liplant, producto que contiene un 50% de sustancias húmicas, para la imbibición de la semilla y Bernardo, (2005) en esta variedad de tomate obtuvo resultados similares a los nuestros, utilizando semillas de la misma variedad. Fundamentalmente la disolución de 1/30 (v/v) ayuda en la estimulación del diámetro del tallo de las plántulas de tomate, por otro lado trae consigo que se puedan obtener posturas en un menor tiempo con la calidad requerida, y un diámetro con un mayor grosor (Núñez, 2002).

En la Fig.3, se muestra el efecto de los ácidos húmicos en el indicador largo de la raíz. El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en las diluciones de 1/30 v/v con respecto a las demás diluciones y el tratamiento control. El mayor valor de esta variable, se alcanza en la dilución 1/30 v/v con 8,75 cm largo de la raíz, superior al tratamiento control en un 62,28%.



ES= 0,013

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

Fig. 3. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre el largo de la raíz de las plántulas de tomate var. *Amalia* en condiciones de semillero.

Esto se evidencia a que las sustancias húmicas tienen mayores efectos sobre las

raíces que sobre las partes aéreas, además, generalmente hay un estímulo del crecimiento radical y un mejoramiento de la iniciación de raíces Fenech (2003).

Este efecto puede estar influenciado por los ácidos húmicos, los cuales se conoce según plantea Arteaga, (2003) y Caro, (2004) que estimulan el desarrollo y crecimiento de las raíces. Los resultados confirman que los experimentos que se imbibió en ácidos húmicos al 1/30 v/v, estimuló al crecimiento radicular obteniendo un excelente resultado.

Por otra parte estos efectos pueden estar provocado por las sustancias húmicas, de las cuales se conoce su acción que implica el incremento de la actividad de la H^+ -ATPasa y por consiguiente el aumento en la extrusión de protones, lo que se correspondería con la teoría del crecimiento ácido (Quaggiotti et al., 2004; Mayra, 2004; Canellas et al., 2002 y 2004; Martínez, 2006). Todo esto trae consigo, una mayor capacidad de absorción de los nutrientes por el sistema radicular de las plántulas, y permite una mayor fijación sobre el suelo cuando estas son llevadas al campo.

Resultados similares han sido encontrados por Bernardo (2005) , Ruisánchez (2007) y Antúnez (2009) con la utilización de un humus líquido en el indicador largo de la raíz en el cultivo del tomate, para esta misma variedad, pero en condiciones de suelos diferentes.

La Tabla.5, muestra el comportamiento del número de hojas por plántulas después de haber sido tratadas con diferentes diluciones de ácidos húmicos, en el análisis de comparación múltiple de media se aprecia diferencias significativas en la dilución 1/30 v/v con las restantes diluciones y con el tratamiento control. El valor más alto se obtiene cuando se aplicó la dilución de ácidos húmicos 1/30 v/v con 4,45 hojas por plántulas, superior al tratamiento control en un 53,93%.

Tabla.5. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre el número de hojas en plántulas de tomate var. Amalia en condiciones de semillero.

Tratamiento Disoluciones de Ácidos Húmicos(v/v)	Número de hojas
1/10	2, 65 c
1/20	3, 50 b
1/30	4, 45 a
To	2, 40 d
ES	0,07

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

De los resultados se puede derivar que al imbibir las semillas en disoluciones de ácidos húmicos de 1/30 (v/v), provoca beneficios al acortar el tiempo en el semillero prácticamente en 6 días ya que las plántulas tienen tendencia a tener un mayor número de hojas, y condiciones adecuadas para realizar el transplante (Núñez, 2002).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Bernardo (2005), Ruisánchez (2007) y Antúnez (2009), donde encontraron ventajas con la aplicación de Liplant en concentraciones de 1/30 (v/v), en la estimulación del desarrollo de las hoja aumentado su número, lo que beneficia el desarrollo de las plántulas para cuando se realice el transplante y, el aumento del número de hojas puede provocar una mayor actividad fotosintética, reducción del NO_3^- y la asimilación del NH_4^+ . Además, pudiera elevarse la actividad respiratoria producida por un aumento de sustratos respiratorios emergentes de la fotosíntesis Martínez (2006).

4.2. Influencia de los ácidos húmicos sobre la masa fresca y masa seca del área foliar y la raíz.

Los efectos de los ácidos húmicos sobre la masa fresca radical de las plántulas se observa en la tabla 6. Del análisis de la misma, se aprecia que el efecto es de incrementar la masa fresca de la raíz, a medida que se incrementan las diluciones de ácidos húmicos desde 1/10 v/v hasta 1/30 v/v con respecto al control.

El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en la dilución 1/30 (v/v) de ácidos húmicos con el resto de las diluciones y el tratamiento control. El mayor valor de esta variable se obtiene en la dilución de ácidos húmicos 1/30 (v/v) con 0,108 g de masa fresca de la raíz, superior al tratamiento control en un 37.07%.

Tabla.6. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la masa fresca de la raíz en plántulas tomate var. Amalia en condiciones de semillero.

Tratamiento	
Disoluciones de Ácidos Húmicos (v/v)	Masa fresca de la raíz (g)
1/10	0,052 c
1/20	0,086 b
1/30	0,108 a
To	0,040 d
ES	0,001

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

La estimulación en este parámetro puede estar relacionado con la acción de las sustancias húmicas, de las cuales se conocen los efectos positivos sobre el crecimiento vegetal al bioestimular distintos procesos fisiológicos-bioquímicos de las plantas (Garcés, 2002).

Los ácidos húmicos pueden estimular distintos procesos fisiológicos en las plantas, entre ellas el desarrollo de las raíces y por tanto su masa, a medida que aumentan las diluciones, lo que evidencia el efecto significativo de las sustancias húmicas en el crecimiento de las raíces del cultivo del tomate. El incremento en la masa fresca de las raíces fue lineal, lo que para futuras investigaciones hay que aplicar diluciones mayores de 1/30 (v/v), para comprobar hasta dónde se incrementa la masa fresca.

Debe tenerse en cuenta que los ácidos húmicos son fracciones químicas que por sí mismas provocan efectos nutricionales y/o de bioestimulación en el crecimiento y el desarrollo de las plantas (García, 2004).

Resultados semejantes han sido encontrados por Antúnez, (2009) y Estrada (2009), con la utilización de un humus líquido en el cultivo del tomate var. Amalia en el indicador masa fresca de la raíz, pero en condiciones de suelos diferentes.

En la Tabla.7, se muestra el efecto de los ácidos húmicos en el indicador masa seca de la raíz. El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en las diluciones de 1/30 (v/v) con respecto a las demás diluciones y el tratamiento control. El mayor valor de esta variable, se alcanza en la dilución 1/30 (v/v) con 0,160 g de masa seca de la raíz, superior al tratamiento control en un 37,50%.

Tabla.7. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la masa seca de la raíz en plántulas tomate var. *Amalia* en condiciones de semillero.

Tratamiento	
Disoluciones de Ácidos Húmicos (v/v)	Masa seca de la raíz (g)
1/10	0,085 c
1/20	0,126b
1/30	0,160 ^a
To	0,060d
ES	0,001

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

La estimulación del desarrollo radical con el empleo de ácidos húmicos, en esta etapa del crecimiento, propicia a las plantas un incremento en la absorción de nutrientes, lo que trae consigo un mayor crecimiento y desarrollo de la parte aérea y de toda la planta en sentido general, con el consiguiente aumento de las masas fresca y seca. Por otra parte la tolerancia de las plantas al estrés abiótico está relacionada con la partición de materia seca hacia el sistema radical de la planta, lo que incrementa el peso relativo de las raíces comparado con la parte aérea citado por Biaseutti y Galiñanes (2001).

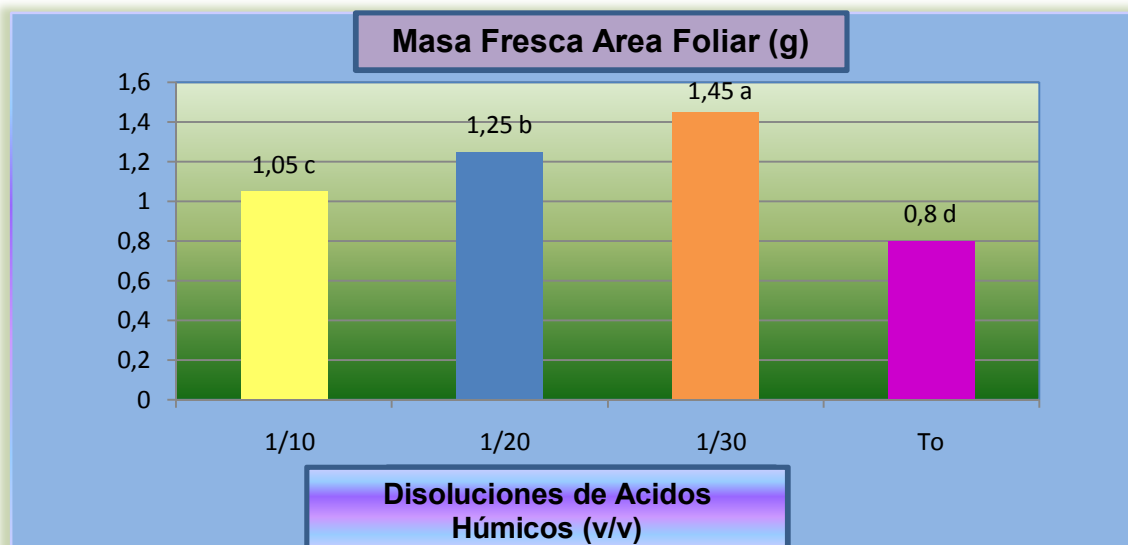
Resultados análogos fueron encontrados por Fenech (2003), con la aplicación de ácido húmico, ácido fúlvico y un extracto alcohólico de materia orgánica a concentraciones de 50, 50 y 10 mg L⁻¹, respectivamente, en plantas de tomate desarrolladas en soluciones nutritivas, encontrando un estimulación significativamente en la variable longitud de la raíz y el peso.

Resultados similares han sido encontrados por otros autores con la utilización de un humus líquido en el indicador masa seca de las raíces en diferentes cultivos, como por ejemplo maíz (Caro, 2004), rábano (Besú y Ruisanchez, 2005), acelga, zanahoria y brócoli (Díaz *et al.*, 2002) y otros autores como Bernardo, (2005), Ruisánchez (2007) y Antúnez (2009) obtuvieron resultados similares con la

utilización de un humus líquido que contiene un 50% de ácidos húmicos en el cultivo del tomate var. Amalia en el indicador masa seca de la raíz en condiciones de semillero, pero en diferentes tipos de suelos.

Los efectos de los ácidos húmicos sobre la masa fresca del área foliar de las plántulas se muestran en la Fig.4. Del análisis de la misma se observa que el efecto es incrementar la masa fresca de la parte aérea a medida que se incrementan las diluciones de ácidos húmicos desde 1/10 (v/v) hasta 1/30 (v/v) con respecto al tratamiento control.

El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en la dilución de ácidos húmicos 1/30 (v/v) con respecto al resto de las diluciones y al tratamiento control. El valor más alto de esta variable, se alcanza en la dilución de ácidos húmicos 1/30 (v/v) con 1,45 g masa fresca de aérea foliar, superior al tratamiento control en un 55,17%.



ES= 0,001

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

Fig.4. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la masa fresca del área foliar en plántulas de tomate, var. Amalia en condiciones de semillero.

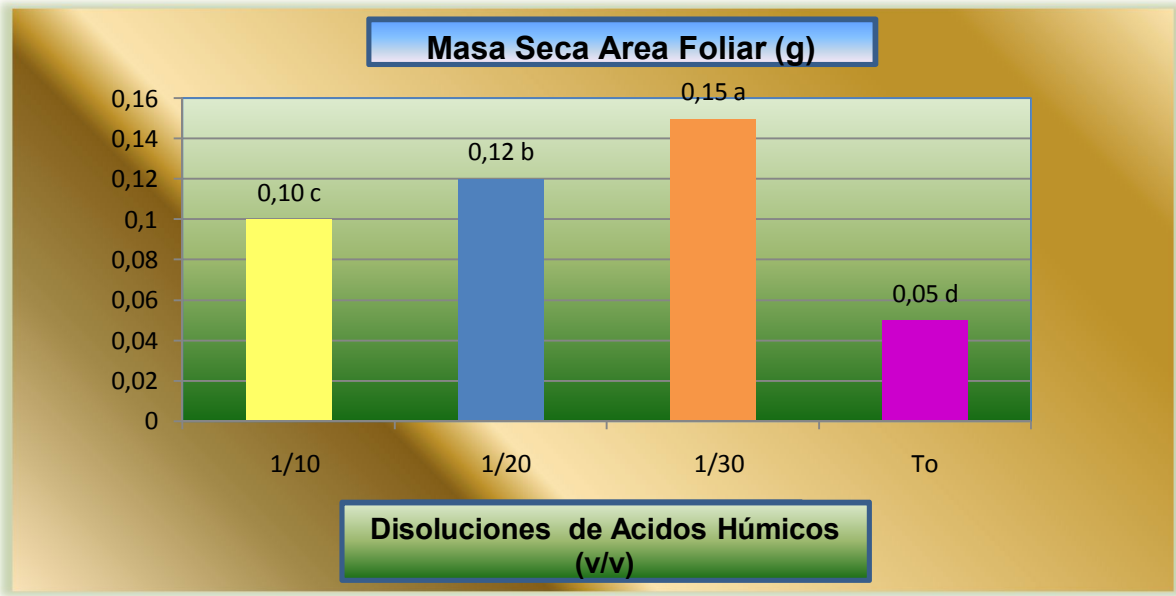
Si se relacionan los resultados obtenidos para la masa fresca del área foliar, es posible sugerir una acción de los ácidos húmicos sobre la expansión foliar, lo que

puede estar dado al efecto de estos, y a una mejora en la disponibilidad de las posturas en el momento del transplante (Camellos et al., 2004)

Huelva *et al.*, (2004) encontraron modificaciones favorables en la masa fresca foliar en el cultivo de la soya. Herrera (2005), Bernardo, (2005), Ruisánchez (2007) y Antúnez (2009), obtuvieron resultados semejantes a los obtenidos en nuestro experimento en plántulas tomate (var. Amalia) pero en condiciones de suelos diferentes.

En la Fig. 5, se muestran los efectos de los ácidos húmicos sobre la masa seca de la parte aérea de las plántulas, en la cual el efecto fue de incrementar la masa seca de la parte aérea a medida que se incrementan las diluciones de ácidos húmicos desde 1/10 (v/v) hasta 1/30 (v/v) con respecto al tratamiento control.

El análisis de comparación múltiple de media, evidencia diferencias significativas en la dilución 1/30 (v/v) con el resto de las diluciones y con respecto al tratamiento control. El valor más alto de esta variable, se alcanza cuando se le aplicó una dilución de ácidos húmicos de 1/30 (v/v) con 0,15 g, superando al tratamiento control en un 33,33 %.



ES= 0,001

Medias con letras distintas difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey

Fig.5. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la masa seca del área foliar en plántulas de tomate, var. Amalia en condiciones de semillero.

La masa seca del área foliar en las plántulas tratadas con ácidos húmicos, posibilitaría a éstas hacer un uso más eficiente de las radiaciones solares y por consiguiente incrementar aquellos procesos dependientes de la luz como son: la fotosíntesis, la reducción del NO_3^- a NH_4^+ y la asimilación del NH_4^+ , procesos necesarios en la planta para la síntesis de aminoácidos. Además, pudiera elevarse la actividad respiratoria producida por un aumento de sustratos respiratorios emergentes de la fotosíntesis. El hecho de que se vean favorecidos los procesos antes mencionados traería como consecuencia un incremento en la producción de biomasa (Huelva *et al.*, 2009).

Pudieran apoyar estos resultados, los trabajos de Huelva *et al.*, (2004) y Martínez (2006) que refieren haber encontrado incrementos en el contenido de clorofilas y en la tasa fotosintética líquida en etapas de crecimiento de cultivares de soya y

maíz con el Liplant, bioestimulante que contiene un 50% de sustancias húmicas. Una posible interpretación al respecto sería la de mejorar ostensiblemente el metabolismo, facilitando la acumulación de fotosintatos y finalmente la producción de biomasa en las plantas tratadas.

Autores como, Arteaga, (2003) y Caro, (2004) han encontrado que con el empleo foliar del Liplant a las diluciones de 1/30 (v/v), en diferentes cultivares se logran los mejores resultados en los indicadores biológicos, aspecto este que se corresponde con los datos obtenidos. Resultados similares han sido encontrados por autores como Antúnez (2009) y Estrada (2009), con la utilización de un humus líquido en el indicador masa seca del área foliar en semilleros de tomate pero en condiciones de suelos diferentes.

4.3. Valoración Técnico Económica

Para determinar el efecto económico (Tabla 8), se mostró un mejor comportamiento agronómico y biológico con el uso de los ácidos húmicos, se realizó un análisis contable teniendo como base las plántulas de tomate según su calidad, el valor de la producción agrícola y los costos incluidos en el proceso productivo, a partir de los cuales se calcularon los beneficios correspondientes y los valores de la relación beneficio costo.

Los resultados económicos (Tabla 8.) mostraron que el mejor comportamiento se obtuvo en la dilución de ácidos húmicos 1/30 (v/v), lo cual reportó un beneficio económico de 64332,5 miles de pesos por ha, respecto al testigo, con 40709,2 miles de pesos, con un mayor valor en la relación beneficio/costo de 13,78 con respecto al tratamiento control que fue de 8,86.

Tabla 8. Resultados económicos de las plántulas de tomate tratadas con ácidos húmicos

Indicadores Económicos	Tratamiento Control	1/30 (v/v)
Valor de la prod. (MP.ha ⁻¹)	45300	69000
Costo de la prod (MP.ha ⁻¹)	4590,8	4667,5
Beneficio (MP.ha ⁻¹)	40709,2	64332,5
Costo por pesos(\$)	0,11	0,07
Beneficio/Costo(\$)	8.86	13,78

Se destaca que las mayores diferencias se obtuvieron con la dilución 1/30 (v/v), lo que respondió en mayor grado a postura de las plántulas y a la incidencia de los factores climáticos (Tabla3), pero resulta económicamente sustentable su introducción en la agricultura, para lograr incrementos en la producción de plántulas de tomate con una mayor calidad, pues se aprecia una ganancia de estos tratamientos, con diluciones a bajas concentraciones de ácidos húmicos respecto al control.

Además se puede inferir que en los experimentos realizados, con el uso de los ácidos húmicos aportan beneficios económicos directos, ya que pueden mejorar las condiciones fisiológicas de las plántulas de tomate, logrando obtener posturas de óptima calidad en un menor tiempo posible Arteaga et al., (2006).

V. Conclusiones

- Los indicadores del crecimiento: altura de la planta, longitud de la raíz, número de hojas, masa fresca y seca de la raíz y el área foliar, alcanzaron los máximos valores, con la dilución de ácidos húmicos 1/30 (v/v) en condiciones de semilleros.
- La aplicación de ácidos húmicos fue efectiva en la obtención de plántulas vigorosas y de mayor calidad, reduciendo la etapa de semillero en 6 días, el mejor tratamiento fue con ácidos húmicos en disolución de 1/30 (v/v).
- Desde el punto de vista económico, la dilución de 1/30 (v/v) de ácidos húmicos en plántulas de tomate en condiciones de semilleros, propició un beneficio de 64332,5 miles de pesos por ha, un beneficio/costo de 13,78 y un costo por peso de \$0,07.

VI. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda ensayar la aplicación de ácidos húmicos 1/30 (v/v), en condiciones de semillero en otras áreas del huerto intensivo “Las Marianas”.
- ❖ Utilizar la información brindada en este trabajo para la toma de decisiones y mejoramiento de los indicadores de crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate.
- ❖ Continuar el estudio de los ácidos húmicos en plántulas de tomate variedad Amalia, permita la recopilación de información para la elaboración de una tecnología de aplicación efectiva, saludable y sostenible.

VII. Bibliografía

1. Álvarez, M; Arenas, G; Martínez, B. (1997). Amalia Mariela: dos nuevas variedades de tomate para consumo fresco. Cultivos Tropicales. 18(1); 83.
2. Álvarez, M. (2002). "Amalia". Variedades cubanas de tomate y su generalización en cuba. VIII congreso del INCA. Libro de resúmenes. pp: 3
3. Antúnez, Nuris (2009). Efectos del Liplant sobre parámetros de calidad en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) cultivada en suelos afectados por salinidad. Tarabajo de Diploma presentado en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma. 41p.
4. Arteaga, Mayra. (2003). Resultados de la aplicación de Liplant sobre un suelo Ferralítico Rojo al evaluar algunos indicadores biológicos y productivos de tres cultivos. Tesis en opción al título de Master en Ciencias de la Química Agrícola. Dpto. Química. Fac. Agronomía. UNAH.
5. Arteaga, Mayra. (2004). Potencialidades de sustancias bioactivas obtenidas de fuente naturales reciclables en la germinación del rábano rosado. XIV Congreso Internacional del INCA. CD ROM ISBN 959- 16- 03177.
6. Arteaga, Mayra., Garcés N., Guridi, F., Pino, J., Caro, I., Bernardo, O., Calzadilla, Josefina., Mesa, Saturnina., López, A., Ruisánchez, Y., Menendez, J., Cartaza, O. (2006). Respuestas del tomate Amalia a las aplicaciones de humus líquido en condiciones de producción. Dep. Fisiología, INCA.
7. Bernardo, O. (2005) Efecto de diferentes concentraciones de Liplant en el cultivo del tomate variedad Amalia, Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 65p.
8. Besú Darling y Ruisánchez, Y. (2005). Efectos de diferentes concentraciones de Liplant en el cultivo del Rábano Rosado. Taller de Investigación Científica Estudiantil en Ciencias Agropecuarias. Evento de Ciencias Universitarias. CAG04: 56 68.
9. Biasutti, C.A. Y Galiñares, V.A. (2001). Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays L.*) bajo estrés hídrico.

Relaciones entre caractere de plántulas con el rendimiento en campo. *Agriscientia*. Vol: XVIII: 37-44.

10. Butler, J.H. A. y Ladd, J.N. (1969). Effect of extractant and molecular size on the optical and chemical properties of soil humic acids. *Australian Journal of Soil Research*, 7, pp: 263-268.
11. Calderín, A, Portuondo, Liane, Hernández, O, Pascualoto, L, Guridi, F. (2009) *Acidos Húmicos de Vermicompost estimulan la actividad de peroxidasas en plántulas de arroz (Oriza Sativa, L var. IA-Cuba-30)*. CD-ROM Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias. ISBN:
12. Canales, J., Mora, M. L., Rocha, H., Aguirre, M. J., Gaviño, R., Céspedes, C., King-Díaz, B., Lotina-Hennsen, B. (2000). Characterization of a comercial humic acid by seed bioassay, spectroscopical and morphological analysis. *IHSS 10 Proceedings vol. 2*, pp: 869-873.
13. Canellas, L.P. (2002). Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (37), pp: 1301-1310.
14. Canellas, LP y Façanha, A.R. (2004). Chemical nature of soil humified fractions and their activity. *esquisa Agropecuaria brasileira, Brasilia*, vol. 39, No 3, pp 233-240.
15. Capaldi, R.A. and Aggeler R. (2002). Mechanism of F₁F_o-type ATP synthase, a biological rotary motor. *Trend Biochem Sci*, 27, pp: 154-160.
16. Caro, I. (2004). Caracterización de algunos parámetros químico-físicos del Liplant, humus líquido obtenido a partir del vermicompost de estiércol vacuno. Tesis presentada en opción al Título de Master en Ciencias de la Química Agraria. Universidad Agraria de la Habana (UNAH).
17. Clapp, C.E., Chen, Y., Hayes, M.H.B., Cheng, H.H. (2001). Plant growth promoting activity of humic substances. In: Swift RS, Sparks KM, eds. *Understanding and managing organic matter in soils, sediments and waters*. Madison, WI: IHSS, p: 243.

18. Cleland, R.E. (1995). Auxin and cell elongation. In Plant hormones and their role in the plant growth development. (ed. P. J. Davies), Kluwer, Dordrecht, Netherlands, pp: 214-227.
19. Csicsor, J.; Gerce, J.; Titkos, A. (1994). The bioestimulant effect of different humic substance fractions on seed germination. In: Humic substances in the global environment and implications on human health. Senesi, N.; Miano, T. M. (Eds) Elsevier, Amsterdam, pp: 557-562.
20. Casanova et al (2003). Manual para la producción protegida de hortalizas. Editorial AGROINFOR, MINAG.
21. Chen, Y., Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. En Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings. MacCarthy, P., Clapp, C.E., Malcolm, R.L., Blom, P.R. pp.161-186.
22. Chen, Y., Stevenson, F.J. (1986). Soil organic matter interaction with trace elements. En The role of organic matter in modern agriculture. Chen, Y. Eds. Martinus Nijhoff Pub. Dordrecht, pp. 73-116.
23. Chen, Y. (1996). Organic matter reactions involving micronutrients in soil and their effect on plant. In: Humic substances in terrestrial ecosystems. Piccolo, A. (Eds) Elsevier, Amsterdam, . 507-530p.
24. Díaz, M. M., Winston, E. Germain, G. Nelson, G. (2002). Efecto de humus líquido sobre el cultivo de la acelga. 9no Seminario Científico Internacional. AGROTOP/2002. Universidad Agraria de La Habana.
25. Dell'Agnola, G., Ferrari, G., Nardi, S. (1981). Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of sulphate uptake in barley roots. Pesticide Biochemistry and Physiology 15, pp: 101-104.
26. Estrada, R (2009). Respuesta agronómica de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) a la aplicación de Liplant bajo condiciones de salinidad. Trabajo de Diploma presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma. 48p.
27. Façanha, A.R., Façanha, A.L.O., Olivares, F.L., Guridi, F., Santos, G.A., Velloso, A.C.X., Rumjanek, V.M., Brasil F., Schripsema, J., Braz-filho, R., Oliveira, M.A. y Canellas, L.P. (2002). Bioatividade de ácidos húmicos:

- efeito sobre o desenvolvemento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (37), pp:1301-1310.
28. FAO. Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para los extensionistas. 3^{ra} Edición. Roma. 1980. 54 p.
 29. Fenech L.L. 2003. El Efecto de los Ácidos Humicos en las plantas cultivadas. Monografía. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B. C. Sur. México.
 30. Fernández-Escobar, R.; Benlloch, M.; Barranco, D.; Dueñas, A.; Gutiérrez, J.A. (1996). Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. *Scientia Horticulturae*. (66), pp: 191-200.
 31. Frias, I., Caldeira, M.T., Pérez, C.J.R., Navarro, A.J.P., Culianez, M.F.A., Kuppinger, O., Stransky, H., Pages, M., Hager, A. & Serrano, R. (1996). A major isoform of the maize plasma membrane H⁺-ATPase: Characterization and induction by auxin in coleoptiles. *Plant Cell* (8), pp: 1533-1544.
 32. Garcés, N. (2000). Obtención de sustancias Bioactivas de las plantas a partir de sustancias compostadas. Curso post evento. Facultad de Agronomía. UNAH. 1- 8, 11, pp: 13- 22
 33. Garcés, N.; Marbot, R.; Ramos, R.; García, Lidia. (2003). Sustancias con actividad biológica sobre las plantas en el producto Liplant (Humus Líquido). V Encuentro de la Agricultura Orgánica de la ACTAF, Resúmenes. La Habana, Cuba, p: 71.
 34. Garcés N et al., (2004). Liplant: Producto estimulante del crecimiento y desarrollo vegetal. XV Forum Nacional de Ciencia y Técnica.
 35. García-Mina, J.M (2000). The influence of certain Basic physical and chemical properties of different humic system-metal complexes on the development and mineral nutrition of plants cultivated in alkaline and lime soils. II Conditions of maximum conformational affinity. Proceedings at 10th International Meeting of the International Humic Substances Society (IHSS 10), Toulouse, France.

36. García Yagehiry, A. (2004). Efectos de las aplicaciones foliares en diferentes concentraciones de Liplant en el cultivo del tomate (*Lycopersicum sculentus*). Trabajo de curso. Departamento de Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía.
37. GeoCuba. (2009). Comunicación Personal. Provincia Granma
38. Gómez, O; Casanova, A; Laterrol, H; Anais, G.(2000). Manual técnico. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícola “Liliana Dimitrova” (IIHLD): La Habana, 159p.
39. Guridi; F. (2000). O fósforo, a materia orgánica y a micorriza no cafeeiro (*C. Arabica L.*). Tesis de Doctorado, UFRRJ, Brasil.
40. Herrera O. (2005). Efectos de diferentes concentraciones de Liplant en la germinación del cultivo del rábano rosado.
41. Huelva, R.; Ruiz, E.; Garcés, N.; Ramos, A.; León, P. (2002). Evaluación de la bioactividad del humus líquido obtenido a partir de vermicompost en el cultivo de la soya (*Glycine max*; var: Incasoy-24). Primer Encuentro Provincial de Agricultura Orgánica, ACTAF. Libro resumen, La Habana: INCA. 111 p.
42. Huelva, R... et al (2004). Evaluación de la bioactividad del humus líquido y sus fracciones húmicas obtenido a partir de vermicompost en indicadores fisiológico-bioquímicos, de crecimiento y productivos del cultivo de soya (*Glycine max* var: INCASOY-24). XIV Congreso Científico del INCA, CD-ROM, 4 p., Dpto. Química. Universidad Agraria de la Habana.
43. Huelva, R. García Yagehiry, Pimentel, J. Martínez Darielly y Ramos Amariyls. (2006). OT8. Efecto de las aplicaciones foliares del humus líquido obtenido a partir de vermicompost (Liplant) en el cultivo del pimiento (*Capsicum annun* Var: Español). Memorias. CD-ROM. VI Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de la Ciencia de Suelo. ISBN 959-7023-35-0. Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
44. Huerres, C.; Caraballo, N. (1996) Horticultura. 2da. Eds. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. pp: 129 – 130.

45. INEC (2000). Instituto Nacional de Estadística y Censo.
46. Infoagro (2009). El cultivo de tomate disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. Consultada el 23 de septiembre de 2009.
47. Infojardin (2008). Cultivo del tomate: Plagas, enfermedades y fisiopatías <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>.
48. INIAP (2008). INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS "Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador"
49. Kumada, K. (1987). Chemistry of Soil Organic Matter. Developments in Soil Science 17. Elsevier. Tokyo, (1987) pp.24.
50. Lerch, G.(1977). La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. Editorial Científico Técnica. La Habana, p: 452.
51. Lovley, D. R.; Coates, J. D.; Blunt-Harris, E. L.; Phillips, E. J. P.; Woodward, J. C. (1996). Humic substances as electron acceptors for microbial respiration. Nature. (382), pp: 445-448.
52. MacCarthy, P., Clapp, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. Eds.(1990). Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Reading. Amer. Soc.Agron. Madison, pp.281.
53. Mackowiak, C. L.; Grossl, P. R.; Bugbee B. G. (2001). Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Society of American Journal (65), pp: 1744-1750.
54. Martínez Dairellys, (2006). Evaluación del efecto del Liplant en indicadores bioquímicos-fisiológicos en el cultivo del maíz (*Zea mays*. L.). Tesis en opción al título de Master en Ciencias de la Química Agraria. Dpto. Química. Fac. Agronomía. UNAH.
55. Mayhew, L. *Humic Substances in Biological agriculture*. AGRES, (34), No 1 y 2, 2004.
56. Moya, et al. Evaluación y selección participativa de nuevas líneas de tomate (*lycopersicon esculentum* mill.) en la provincia LA HABANA. XV congreso científico del INCA. 2006.

57. Muscolo, A. y Nardi, S. (1999). Effetti di due frazioni umiche sul metabolismo azotato di cellule di *Daucus carota*. In: Le ricerche di base e le applicazioni delle sostanze umiche alle soglie del 2000. IV Convegno Nazionale dell'IHSS, 26-28 Maggio, Alghero, Italy, pp: 103-106.
58. Nardi, S.; Concheri, G.; Dell'Agnolas. G. (1996). Biological activity of humus. In: Humic substances in terrestrial ecosystems. Piccolo, A. Ed. Elsevier, Amsterdam, pp: 361-406.
59. Nardi, S., Pizzeghello, D., Reniero, F., Muscolo, A. (1999). Biological activity of humic substances extracted from soils under different vegetation cover. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, (30), pp: 621-634.
60. Nardi, S.; Pizzeghello, C.; Ferrarese, L.; Trainotti, L.; Casadoro, G. (2002). A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology & Biochemistry*. et al 32 (3). 415-419p.
61. Nardi, S.; Pizzeghello, D.; Bragazza, L.; Gerdol, R. (2003). Low-molecular-weight organic acids and hormone-like activity of dissolved organic matter in two forest soils in N Italy. *Journal of Chemical Ecology*, (9), No. 7, pp: 1549-1564.
62. Nishi, T. and Forgac, M. (2002). The vacuolar H⁺-ATPase nature's most versatile proton pumps. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* (3), pp: 94-103.
63. Núñez. N.; Iglesias. R.; Roque. A.; Algoe. S.; Pinzón. E.; Pinzón. M.; Tirado. A.; Cabañas. M.; Cremé. Y.; Díaz. C. A. (2002). Sustitución de las hormonas sintéticas por bioproductos de producción nacional en la tecnología de propagación in vitro del plátano macho (AAB). XIV Seminario Científico-Técnico INCA. ISBN: 959-7023-22-9, (CD).
64. Pinton, R.; Varanini Z.; Vizzoto G. y Maggioni A. (1999). Soil humic substances affect transport-properties of tonoplast vesicles isolated from oat roots. *Plant and Soil*, (142), pp: 203-210.
65. Pizzeghello, D., Sessi E., Gessa, C.; Nardi, S. (2000). Humics Fractions: Impacts on growth and metabolism of plant (II). *Proceedings at 10th*

International Meeting of the International Humic Substances Society (IHSS 10), 24-28 July 2000, Toulouse, France.

66. Quaggiotti, S.; Ruperti, B.; Pizzaghello, D.; Francioso, O.; Tugnoli, V and Nardi, S. *Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (Zea mays L.)*. Journal of Experimental Botany, (55), No 398, pp: 803-813, 2004.
67. Ramos, R.; Vivas, María. J.; Sánchez-Andreu, J.; Juárez, M. (1997). Aplicación foliar de sustancias húmicas comerciales en cultivos de tomate (cv: Daniela). I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertiirrigación, Actas, p: 95.
68. Ramos, R (2000). Aplicación de sustancias húmicas comerciales como producto de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante. España. 349 p.
69. Ruisanchez, Y. (2007) Evaluación del efecto del Liplant en indicadores biológicos, productivos y calidad de los frutos en el cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum, Mill). VAR. Amalia (Trabajo de Diploma).
70. Ruiz, E; Huelva, R; Guridi, F. (2002). Evaluación de la bioactividad del humus líquido obtenido a partir del vermicompost en el cultivo de la soya, XIII Congreso Científico. INCA. P 102a.
71. S.A.S.(2001). Statistical Analysis System, Release 8.02. SAS Institute Inc, Cary, North Carolina, USA .
72. Salisbury F.B. y Ross C.F. (1994). Plant physiology. Wadsworth Pub. Comp. Inc. Belmont. California EUA.
73. Stevenson, F.J (1994). Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions. John Wiley & Sons, Inc .., New York, pp. 496.
74. Taíz, L. y Zeiger, R. (2003). Plant physiology. Ed. Sinauer Associates inc., pp: 792, California.
75. Van de Venter, H. A.; Furter, M.; Dekker, J.; Cronje, I. J.(1991). Simulation of seedling root growth by coal-derived sodium humate. Plant Soil. vol. 138,. 17-21p.
76. Varanini, Z., Pinton, R. (1994). Humic substances and plant nutrition.

Progress in Botany. 56, 97-117.

77. Vaughan, D. Malcolm, R.E. (1985) Influences of humic substances growth and physiological processes. En Soil Matter and Biological Activity. Vaughan, D., Malcolm, R.E. Eds. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht, pp. 37-76.
78. Vaughan D. . (1986). Effetto delle sostanze umiche sui processi metabolici delle piante. In: Burns, R.G., Dell'Agola, G., Miele, S., Nardi, S., Savaini, G., Schitzer, M., Sequi, P., Vaughan, D., Visser, S.A. (eds) Sostanze Umiche Effetti sul terreno e sulle piante, Ramo editoriale degli agricoltori, roma, pp: 59-81.
79. Vivas, María. J.; Ramos, R.; Sánchez-Andreu, J.; Juárez, M. (1997). Mejoras en el desarrollo y producción de plantas de tomate CV Daniela por la aplicación foliar de alcoholes y sustancias húmicas comerciales. I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertiirrigación, Actas, pp: 94.
80. Weber, J. and Senior A.E. (2003). ATP synthesis driven by proton transport in F_1F_0 ATP synthase. FEBS Letters, (545), pp: 61-70.
81. Yanagi. Y.; Kitayama.K; Suzuki T.; Otsuka.H . and Fujitake. N. (2003). Reactivity of enzymes to humic substances. Goldschmidt Conference Abstracts.
82. Zandonadi, D.B. (2005). Actividades da H^+ -ATPase e Oxiredutases de membrana plasmática e H^+ -PPase e H^+ -ATPase de tonoplasto isolados de raízes de plântulas de milho tratadas con ácidos húmicos. Laboratorio de solos – CCTA e Laboratorio de biología celular e tecidual – CBB, UENF, Brasil. Tese metrado.

ANEXOS



Fig. 2. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la altura de las plántulas de tomate, var. Amalia en condiciones de semillero.



Fig. 3. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre el largo de la raíz de las plántulas de tomate var. Amalia en condiciones de semillero.



Fig.4. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la masa fresca del área foliar en plántulas de tomate, var. *Amalia* en condiciones de semillero.



Tabla.5. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre el número de hojas en plántulas de tomate var. *Amalia* en condiciones de semillero.



Tabla.6. Efecto de las diluciones de ácidos húmicos sobre la masa fresca de la raíz en plántulas tomate var. Amalia en condiciones de semillero.