

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE LOS ÁCIDOS HÚMICOS Y FULVICOS EN LA GERMINACIÓN
DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)**

Por:

WALTER FLORENCIANO PÉREZ RAMÍREZ.

TESIS

**Presentada como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Mayo del 2010.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

TESIS

EFFECTO DE LOS ÁCIDOS HÚMICOS Y FULVICOS EN LA GERMINACIÓN
DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.).

Presentado por:

WALTER FLORENCIANO PÉREZ RAMÍREZ

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

Ingeniero Agrónomo en Producción

APROBADA POR:



Dr. Enrique Navarro Guerrero
Presidente del Jurado



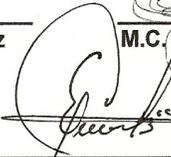
Dr. Rubén López Cervantes
Asesor



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Asesor



M.C. Julio Gerardo Charles Cárdenas
Suplente



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2010



DEDICATORIA

Primero, quiero darle gracias a lo más sagrado que existe para mí, a Dios nuestro señor, por darme esta vida tan maravillosa llena de muchas bendiciones y por estar a mi lado como mi mejor amigo, también por permitirme concluir con mis estudios que era uno de mis más grandes sueños. Por fortalecer cada vez a mi familia para salir adelante junto conmigo, por todo esto y mucho mas gracias señor a pesar de que me estado formando en algo que en algunas cuestiones esta encontra de tu palabra, eres tan bondadoso por permitirlo.

A MIS PADRES

Sr. Pompilio Pérez Díaz

Sra. Amalia Ramírez Róblero

A Papá, con mucho respeto y admiración por sacarme adelante con sus consejos y experiencias , por inculcarme los valores y aprender a salir adelante siempre; a el que sin recibir nada a cambio me brindo su apoyo para poder concluir mis estudios.

A mamá, que es la mujer más hermosa y comprensiva que por supuesto me vio nacer le doy mis más sinceros agradecimientos, por depositar su confianza en mí. y apoyarme moralmente y darme sus mejores animaciones para salir adelante.

A MIS HERMANOS.

A mis hermanos, que me apoyaron incondicionalmente con sus mejores consejos y económicamente, son ustedes con quien yo he pasado los mejores momentos y gracias por confiar en mí.

Eli y familia.

Ramiro y familia.

Eugenio y familia.

Gamaliel y familia.

Sadaí Honorio.

Melisa.

A mi novia Zuleyma, agradezco por tu apoyo y palabras de animación.

A mi primo Rudy.

A mis compañeros de la generación que compartieron momentos agradables conmigo.

A mis amistades, ingenieros y estudiantes.

A mi amigo David que me daba ánimo cada vez que lo necesitaba.

A todos gracias por apoyarme y espero nunca decepcionarlos.

AGRADECIMIENTOS

A la institución, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO por prepararme profesionalmente para solucionar los problemas de la agricultura dentro y fuera del país.

Agradezco al Dr. Enrique Navarro Guerrero y al Dr. Rubén López Cervantes y al M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez por darme las asesorías necesarias para salir adelante con esta investigación por brindarme un poco de su tiempo y salir de la mejor manera con este trabajo ya que son de los mejores maestros que desempeñan muy bien su función en esta institución.

Al departamento de fitomejoramiento por formarme profesionalmente en esta especialidad.

A la encargada del centro de cómputo del departamento de fitomejoramiento la Lic. Sandra López Betancourt

A la encargada del laboratorio de tecnología de semillas la M.C. Alma Patricia García Villanueva que me proporciono y explico el manejo algunos materiales para la realización de este trabajo.

A todos los que de alguna manera participaron en mi formación académica gracias por todo.

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	li
RESUMEN.....	lii
I. INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPOTESIS.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
El cultivo de pepino.....	4
Funciones de la raíz.....	7
Conceptos de semilla.....	8
Calidad de la semilla.....	8
Clasificación de la semilla.....	9
Viabilidad de la semilla.....	10
Germinación.....	10
Tipos de germinación.....	11
Latencia.....	11
Clasificación de las plántulas.....	12
Enfermedades en las plántulas.....	13
Materia orgánica.....	14
Sustrato o medio nutritivo.....	15

Substancias húmicas.....	16
Origen.....	16
Importancia.....	16
Definición y fraccionamiento.....	18
Composición y estructura.....	19
Efecto de las substancias húmicas.....	19
Absorción de macronutrientes.....	21
Absorción de micronutrientes.....	22
Trabajos relacionados.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIÓN.....	38
VI. LITERATURA CITADA.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos y dosis aplicada.....	27
Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable numero de plántulas normales (PN), de plántula de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	30
Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable Longitud del Hipocótilo (LH), de plántula de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	31
Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable Longitud de Raíz (LR), de plántula de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	33
Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable Peso Fresco Del Hipocótilo (PFH), de plántula de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	35
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable Peso Seco Del Hipocótilo (PSH), de plántula de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Numero de Plántulas Normales (PN), de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	30
Figura 2. Longitud del Hipocótilo (LH), de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	32
Figura 3. Longitud de Raíz (LR), de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	34
Figura 4. Peso Fresco Del Hipocótilo (PFH), de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	35
Figura 5. Peso Seco del Hipocótilo (PSH), de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.....	37

RESUMEN

Con el fin de determinar la efectividad de ácidos húmicos y fúlvicos de leonardita, en la germinación de semillas de pepino, se impregnaron las semillas de pepino variedad "poinsett", en 1, 2 y 3 ml. litro⁻¹ de agua de ácidos húmicos y fulvicos de leonardita, solos y mezclados con macronutrientes y micronutrientes, respectivamente y agua como testigo absoluto (TA); después se colocaron en una cámara de germinación a 23 °C y a los siete días, se les midió: las plántulas normales (PN); longitud del hipocótilo (LH); longitud de raíz (LR); peso fresco (PFH) y seco del hipocótilo (PSH). Se encontró que al adicionar 3 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos con micronutrientes, el porcentaje de PN y la LH fue superior al TA en 12.6 y 41.8 %, respectivamente. La mayor LR y el PFH, se presentaron con la aplicación de 3 ml.litro⁻¹ de los ácidos fúlvicos solos, porque sobrepasaron en 32.5 y 42.8 %, respectivamente al TA y el PSH mayor fue 14.2 % superior al TA con 1 ml.litro⁻¹ de los ácidos fúlvicos. Se concluye que los ácidos fúlvicos solos y mezclados, realizaron efecto positivo en las variables medidas.

Palabras Clave: Substancias húmicas, *Cucumis sativus* L.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, se consume tanto en fresco como industrializado. El cultivo de esta hortaliza tiene una estabilidad de la superficie, con un aumento de la producción y exportación. Los cultivos de pepino tienen importancia en varias regiones, siendo una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo protegido (invernadero).

http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos_de_abonos_2.htm, 2010.

Los principales productores de pepino a nivel mundial son China, Estados Unidos, Turquía, Irán, Japón y México. En nuestro país se cultiva una superficie de 16,880 hectáreas (ha) con una producción de 435,897 ton. En los diferentes estados de la república; Sinaloa y Michoacán, concentran el 90% de la producción total nacional, cifras que se han mantenido en los últimos años otros estados que también lo cultivan son Morelos, Sonora, Guanajuato, Puebla y Jalisco. El pepino reviste una particular importancia por su contribución en la generación de divisas y empleo en el campo mexicano (SAGARPA, 2003).

Es conocido que con los fertilizantes químicos se soluciona la nutrición de los cultivos, sin embargo estos salinizan los suelos por su poder residual, es por ello que se hace la búsqueda de metodologías ecológicas que sean económicamente factibles. Una práctica común que los agricultores realizan desde tiempos inmemorables, es la adición de residuos tanto de origen vegetal como animal sin descomponer y humificados como son las compostas.

http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos_de_abonos_2.htm, 2010.

La composición de las compostas es el humus, el cual está constituido por sustancias húmicas las cuales se clasifican en ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas residuales, de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis y son definidas como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química muy compleja, distinta y más estable que su forma original y proviene de la degradación de residuos de plantas y animales, gracias a la actividad enzimática de los microorganismos (Schnitzer, 2000) y por metamorfismo de residuos orgánicos, sepultados por arcillas después de millones de años en deltas de ríos, es decir de minerales fósiles .

Los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos pueden complejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados. En los primeros dominan los grupos funcionales carboxilos (- COOH) y para los segundos, los grupos carboxilos fenolicos (OH), por que más del 80 % de la estructura molecular de dichos ácidos, está formado por los grupos funcionales mencionados (Schntzer, 2000), sin embargo, contrario a lo anterior encontró López (2006), al analizar compuestos húmicos extraídos de composta encontró que en los ácidos húmicos dominan los grupos carboxilos fenolicos (OH) y en los ácidos fúlvicos dominan los grupos funcionales carboxilos (- COOH).

Es así, que lo que anteriormente se consideraba como desperdicio, ahora debe valorarse como materia prima útil para su aprovechamiento agrícola; por lo tanto se requiere de conocer las bondades de las sustancias húmicas para suministrarse en lo futuro como los elementos nutritivos que requieren los cultivos, evitando con ello de fertilizantes químicos del petróleo.

OBJETIVO

Determinar el efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos en la germinación de la semilla y desarrollo de la plántula de pepino (*Cucumis sativus* L.).

HIPÓTESIS

Al menos una de las sustancias húmicas tiene superior efecto en la germinación y desarrollo de la plántula de pepino (*Cucumis sativum* L.), por lo que el comportamiento de las semillas de pepino, será favorable en su desarrollo al aplicarles sustancias húmicas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de pepino

El pepino es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3.000 años. De la India se extiende a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. El cultivo de pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América.

La taxonomía del pepino según Muñoz (1972) es:

Reino: Vegetal

División: Embriophita shiponogama

Subdivisión: Angiospermae.

Clase: Dicotiledoneae.

Orden: Cucurbitales

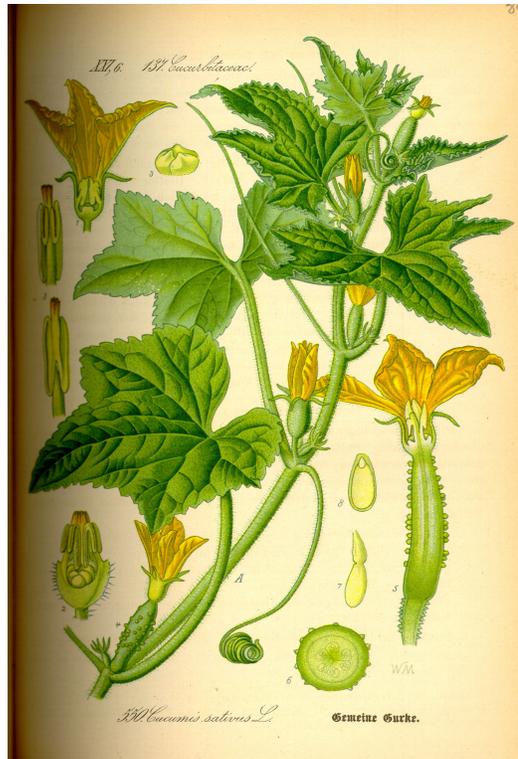
Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Epíteto específico: *sativus*

Especie: *Cucumis sativus* L.

Nombre Común: Pepino.



La morfología se caracteriza, porque posee un sistema radicular: es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello. Tallo principal: anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores. La Hoja de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino. La Flor de corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero. El Fruto pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que varia

desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento. <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino2.htm>, 2010.

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 de uno de estos incide sobre el resto. Temperatura: es menos exigente en calor que el melón, pero más que el calabacín.

Etapas de desarrollo	Temperatura (°C)	
	Diurna	Nocturna
Germinación	27	27
Formación de planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C y a 1°C se produce la helada de la planta. El empleo de dobles cubiertas en invernaderos tipo parral supone un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción del pepino. La Humedad es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los

excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie. Luminosidad el pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Suelo el pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5.5 y 7.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino2.htm>, 2010.

Funciones de la raíz

La raíz desempeña un conjunto complejo y variado de funciones incluyendo el anclaje de la planta al suelo, la absorción y traslocación de agua y solutos, el almacenamiento de sustancias de reserva y la síntesis de reguladores de crecimiento. La función del anclaje impide el desplazamiento de la planta con el suelo. El ramificado el sistema radical incluyendo los pelos absorbentes ponen en íntimo contacto con la planta con los suelos subyacentes Gil (1995).

Conceptos de semilla

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores, terrestres y acuáticas. Esta, desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. Bewley y Black (1978), hacen mención de que la semilla es la manera de independencia de las siguientes generaciones de nuevas plantas, contienen la nueva planta en miniatura.

Ruiz (1983), menciona que la semilla es el ovulo fecundado, transformado y maduro de las plantas fanerógamas, así mismo, es la parte de estos vegetales que tienen como función reproducir y perpetuar la especie. También indica que la semilla se describe de manera botánica, como un ovulo maduro que ha sido fecundado por la planta madre, que se ha madurado hasta generar una diferenciación y que tendrán la capacidad fisiológica para dar lugar a una nueva planta.

Moreno (1996), reconoce a toda clase de granos, frutos, y estructuras que se utilizan en los terrenos agrícolas en México y en el mundo entero desde el punto de vista agronómico y comercial. Donde identifica al embrión como semilla verdadera en estado latente que a veces lo acompaña un tejido que lo nutre, y que además lo protege el episperma.

Calidad de la semilla

Molina *et al.*, (1990), menciona que la calidad de una semilla para la siembra debe reunir ciertas características como mínimo, que son: pureza varietal, libres de semillas de malezas, libres de patógenos transmisibles por semilla, tener un mínimo de germinación y que varía de acuerdo a la especie.

Garay *et al.*, (1992), afirma que la calidad de la semilla involucra cualidades básicas diferentes que están incluidas en cuatro componentes que son: físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios; por lo que concluye que el potencial productivo de la semilla estará en un máximo nivel, cuando en ella estén incluidos todos y cada uno de sus componentes mencionados anteriormente.

Clasificación de la semilla

Semillas duras

Moreno (1996), menciona que las semillas duras son aquellas que no han adsorbido agua como consecuencia de impermeabilidad de sus cubiertas, y por lo tanto permanecen duras después de la prueba de germinación. Un ejemplo podría ser en el caso de las familias Leguminosae y Malvacea.

Semillas latentes

Hartmann y Kester (1982), dicen que las semillas viables que no germinan cuando las condiciones ambientales son favorables, se consideran latentes. Este estado de la semilla quizá se deba a causas físicas (por ejemplo: cubierta dura, impermeable al agua, etc.) o causas fisiológicas como los inhibidores químicos en el fruto y la semilla, y los embriones inmaduros.

Moreno (1996), afirma que las semillas viables son diferentes a las semillas duras, aun cuando las condiciones sean favorables para ciertas especies, estas no germinan, y se les denomina semillas latentes. Para determinar la viabilidad de las semillas, existe la prueba de tetrazolio, o bien, para acelerar la germinación puede ser por medio de la escarificación o aplicando sustancias promotoras de dicha germinación. Cuando se hagan pruebas de germinación, se debe registrar el porcentaje de las semillas latentes. Para Flores (2004), la latencia es la capacidad que tiene las semillas para poder atrasar su germinación hasta que el tiempo y lugar sean favorables y lo representa como un mecanismo de sobrevivencia de las plantas.

Semillas muertas

Según Moreno (1996), las semillas consideradas aquellas que no germinen, diferentes de la semillas latentes o duras. Además, el mismo autor dice que son las que presentan un aspecto descolorido y están blandas y frecuentemente están invadidas por mohos.

Viabilidad de la semilla

Mayer y Poljekff (1982), afirman que la viabilidad de las semillas es retenida por considerables periodos de tiempo especialmente en semillas con cubiertas duras e impermeables.

Por su parte, Salisbury (1992), dice que la semilla pierde su viabilidad rápidamente cuando se almacena en aire húmedo y donde se tienen temperaturas de 35C o aun si son más cálidas. Hay casos que la pérdida puede ser por algunos patógenos que la semilla presenta en su interior.

Germinación

Thomson (1979), dicen que el embrión dentro de la semilla es una planta miniatura, y que está vivo y respira lentamente, y cuando las condiciones son favorables para el crecimiento vegetal, el embrión empieza su desarrollo provocando la ruptura de las cubiertas de la semilla y la emergencia de una nueva planta.

Moreno (1996), describe a la germinación como la emergencia y desarrollo de las estructuras que son esenciales, provenientes del embrión, y donde la semilla, propicia la capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables.

Jiménez (1990), afirma que la generación es el conjunto de eventos que llevan a la semilla a mostrar un aumento marcado de la actividad metabólica en general y a iniciar la formación de la plántula a partir del embrión, mediante la adición de agua.

Según Hartmann y Kester (1982), hacen mención de tres condiciones para el proceso de la germinación, 1); La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar. 2); Las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación. 3); La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, los requerimientos fundamentales son la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y a veces de luz.

Tipos de germinación

Thomson (1979), menciona que la germinación puede ser hipogea cuando los cotiledones permanecen bajo el suelo y la plúmula es llevada a la superficie por la elongación del epicótilo, es decir, el tallo por encima de los cotiledones o escutelo. En los cereales la germinación es hipogea y el escutelo permanece bajo el suelo en contacto con el endospermo, que está contenido en los restos de la cubierta de la semilla. Epigea, cuando los cotiledones emergen a la superficie del suelo, entonces, se vuelven verdes, y funcionan durante un cierto tiempo como hojas foliares, contribuyendo al crecimiento de la plántula mediante la fotosíntesis.

Latencia

Según Hartley (1993), el periodo de latencia es afectado por varios factores como la humedad, la luz, la concentración de gases y de otras sustancias, que en ocasiones pueden ser manipulados para alterar este estado.

Salisbury y Ross (1992), define latencia como la condición que la semilla al no poder germinar, aun teniendo una humedad determinada externa, y además expuesta a condiciones atmosféricas que tienen los suelos bien aireados y a temperaturas ideales para cierta especie en su actividad fisiológica.

Thompson (1979), menciona que latencia es uno de los métodos naturales de preservar las especies y que es debida, en parte al menos, a sustancias inhibitoras que se desarrollan durante la maduración en el campo y la cantidad de inhibidor parece estar afectado por las condiciones ambientales. En tiempo seco y cálido se produce relativamente poca cantidad de sustancias inhibitoras.

La latencia se puede superar por medio del raspado de las paredes externas de la testa, lo cual implica el riesgo de dañar el embrión.

Clasificación de las plántulas

Plántulas normales

Moreno (1996), dice en forma general, que se consideran plántulas normales aquellas que contienen las estructuras que son esenciales para producir, en un suelo de buena calidad, además de condiciones favorables de agua, luz y temperatura. Cuando la prueba de germinación sea en sustrato artificial, se les debe de llamar plántulas normales a todas aquellas que presenten las siguientes estructuras:

- a) Sistema radicular bien desarrollado, incluyendo raíz primaria, excepto aquellas plantas, como son las gramíneas, donde generalmente presentan raíces seminales, de las cuales se pretende que estén presentes por los menos dos de ellas.
- b) Hipocótilo bien desarrollado e intacto y un epicótilo sin daño alguno en el tejido conductor y en las dicotiledóneas una planta normal.
- c) Plúmula intacta en las gramíneas, que deben presentar una hoja verde bien desarrollada dentro o que este emergido del coleóptilo.
- d) Un cotiledón en las monocotiledones y dos cotiledones en las cotiledoneas.

Plántulas anormales

Moreno (1996), considera a las plántulas anormales por tener alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, lo que les impide su desarrollo normal cuando crecen en suelo preparado y en condiciones favorables de agua, luz y temperatura.

Las que presentan los siguientes defectos al germinar sobre un sustrato artificial:

- a) Plántulas dañadas, sin cotiledones, con lesiones o fisuras que dañen el tejido conductor del hipocótilo, epicótilo o raíz; sin raíz primaria en aquellas especies donde esta estructura es esencial; excepto en *Pisum*, *Vicia*, *Phaseolus*, *Lupinus*, *Vigna*, *Glycine*, *Arachis*, *Gossypium*, *Zea* y todas las cucurbitáceas, en las que se han desarrollado raíces secundarias vigorosas que sostienen a la plántula en el suelo.
- b) Plántulas deformes, con un desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas, hipocótilos y epicótilos poco desarrollado; plúmulas hendidas o coleótilos sin hojas verdes; plantas acuosas o bien, plántulas que no presentan desarrollo después de haber salido de los cotiledones.
- c) Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla.

Enfermedades en las plántulas

El principal problema que se presenta en la producción de plántula es el damping-off o ahogamiento. El complejo de hongos *Phytium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* forman esta enfermedad pero al parecer *Phytium* es la causa más importante de las fases de pre-emergencia y de post-emergencia del ahogamiento (Agrios, 1989).

En almácigos ocasiona daños hasta el 100 %; al utilizar plántula infectada se incrementa la infestación de los terrenos y pérdida de plantas con la consecuente reducción de los rendimientos y calidad de la producción (Anónimo 1979). El bajo índice de germinación de semilla o pobre emergencia de plántulas se debe a infecciones que produce el ahogamiento durante la etapa de pre-emergencia (Agrios, 1989).

Las semillas atacadas por la enfermedad se ablandan, empárdese, contraen y finalmente se desintegran; los síntomas de la enfermedad es solo una baja en la población de plántulas (Agrios, 1989).

Las plántulas emergidas son atacadas casi siempre a nivel de las raíces y en ocasiones a nivel suelo, el hongo penetra los tejidos suculentos invadiendo y matando a las células con gran rapidez, las zonas invadidas se vuelven aguanosas y decoloradas colapsándose las células en poco tiempo; la porción basal de la plántula es mucho más delgada y blanda que las porciones superiores aun invadidas, lo que hace que pierda firmeza y soporte no pudiendo sostener a la parte localizada por arriba de ella; como resultado la planta cae al suelo; esta fase se denomina ahogamiento de post-emergencia (Agrios, 1989).

La enfermedad puede controlarse en invernadero mediante la esterilización del medio ya sea con calor o con compuestos químicos y mediante el tratamiento a la semilla con compuestos químicos seguido por la aspersion de plántulas con químicos (Agrios, 1989).

Materia orgánica

El término materia orgánica del suelo (MOS), se refiere al conjunto de sustancias orgánicas que contienen carbón. Química y físicamente, consiste en una mezcla de residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición, sustancias sintetizadas microbiológica y/o químicamente, de productos desmenuzados, de cuerpos vivos y muertos de microorganismos y

pequeños animales que permanecen descompuestos Schnitzer (1995-2000). Por convención, es dividida en dos grupos: sustancias no húmicas y húmicas (Stevenson, 1982).

Stevenson (1994) menciona que la materia orgánica del suelo está formado por la totalidad de sustancias de tipo orgánico presentes en los suelos, incluyendo los restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo que algunos autores Drozd y Weber (1996) excluyen de la totalidad de la materia orgánica, la fracción orgánica soluble en agua y la materia orgánica estabilizada: el humus.

Sustrato o medio nutritivo

Se denomina sustrato a todo tipo de mineral sólido, artificial o natural, puro o mezclado con otros, que colocado en un recipiente permita el desarrollo del sistema radicular, así mismo, aportando soporte a la planta con o sin la intervención en el proceso de la nutrición de la planta (Bures ,1997).

Un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo (Alarcón, 2004).

Dentro de sus funciones básicas está proveer agua y nutrientes, permitir el intercambio gaseoso desde y hacia la raíz y brindar soporte a la planta. Por su parte, la materia prima es aquel material que puede ser combinado en proporciones volumétricas con otros componentes, para obtener balances adecuados de intercambio gaseoso, retención de agua y nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta (Fonteno, 1996).

Cabrera (1995), indicó que idealmente, el sustrato debe presentar características físicas y químicas óptimas, que complementadas con un buen manejo técnico soporten un adecuado crecimiento de la plántula.

Sustancias húmicas

Origen

La humificación de materiales orgánicos, origina las sustancias húmicas (SH), las cuales son una mezcla heterogéneas de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y más estable que su forma original, provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos (Stevenson, 1982; Schnitzer, 1978) y sus características generales son: color de amarillo a oscuro, ácidas, predominantemente aromáticas, hidrófilas, químicamente complejas, polielectrolíticas, con un amplio rango de peso molecular, el cual va desde algunos cientos hasta algunos miles (Schnitzer, 1978) y constituyen del 70 al 80 por ciento p/p de la materia orgánica de la mayoría de los suelos (Schnitzer, 2000).

Importancia

Las características son: los AH no son solubles en agua pero en álcalis sí, precipitan en medio ácido, son de color café oscuro a negro y con alto peso molecular (20000 KDa), 62 % de carbón y 30 % de oxígeno. Los AF se caracterizan por ser solubles en agua a cualquier condición de pH del medio y permanecen en solución después de la separación de los AH por acidificación, son de color amarillo claro a amarillo oscuro, de bajo peso molecular (de 170 a 2000 Da), con un 45 % de carbón y 48 % de oxígeno. Una importante diferencia entre los AH y AF es que el oxígeno de estos últimos, puede ser considerado como grupos funcionales $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenólicos, $-\text{COO}$ y $\text{C}=\text{O}$, unidos a cadenas alifáticas y ciclos aromáticos, mientras que en los AH la mayor porción de oxígeno, parece estar presente como un componente estructural del núcleo y/o ciclos aromáticos (Schnitzer, 1978, 2000; Stevenson, 1982).

Los AH y los AF pueden complejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres. Aquí dominan los grupos funcionales

carboxilos, estimados entre 500 y 900 meq/100g para los AH y los oxhidrilos fenólicos, cuya cantidad no es más de 1400 meq/100g para los AF, porque más del 80 % de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados, por ejemplo, los elementos metálicos son más rápidamente adsorbidos que los alcalino-térreos (Orlov, 1995; Hartley, 1993; Schnitzer, 2000).

Schnitzer y Poapst (1967) dicen que los compuestos húmicos son sustancias acidas, oscuras y predominantemente aromáticas que se encuentran en la materia orgánica del suelo, en concentraciones, las cuales varían debido a su capacidad de intercambio y para habilidad para complejo de iones metálicos y óxidos hídricos. Estos compuestos afectan la disponibilidad de nutrientes para raíces de las plantas y sistemas biológicos y también juegan una importante parte en la formación de los suelos.

Stevenson (1972) afirma que las sustancias húmicas tienen influencia directa sobre el crecimiento, por los efectos fisiológicos positivos y en forma indirecta por los efectos que tiene sobre las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Además por sus efectos nutrimentales, ya que sirven como fuentes de nitrógeno, fosforo y azufre para funciones biológicas de las plantas y de los microorganismos lo cual se refleja en la producción de los cultivos.

Las sustancias húmicas son consideradas como los constituyentes más importantes de la materia orgánica del suelo, porque ellas influyen directa o indirectamente sobre la fertilidad de este, al ejercer numerosas funciones que le son específicas, entre las que se destaca la formación de agregados estables (Swift, 1991).

Definición y fraccionamiento

El termino humus, se utilizo en la antigüedad por hacer referencia a la totalidad del suelo. posteriormente se ha utilizado como sinónimo de materia orgánica, mientras que en la actualidad y como ya se ha mencionado, hace

referencia a una fracción de dicha materia orgánica que engloba a un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, muy resistente al ataque microbiano, de alto peso molecular, de naturaleza coloidal y propiedades ácidas (Stevenson 1994).

En conclusión, las sustancias húmicas con gran acidez en el medio natural, en suelos, sedimentos y aguas son residuos de las plantas y animales en estado de descomposición, unidos a los productos sintetizados por los microorganismos del suelo y ciertos intermedios de dicha síntesis (Ayuso, 1995). Esta composición no es estable sino que presenta gran dinamismo, por lo que más que un grupo de sustancias estamos ante un estado de la materia orgánica, diferente según las condiciones de su formación. Entre un 60 % y un 90 % de la materia orgánica del suelo está constituida por estos materiales de naturaleza lignoproteica (Gallardo, 1980).

La técnica de fraccionamiento más común y aceptado es la basada en las diferentes solubilidades en agua a varios valores de pH. Así, (Aiken *et al.* 1985) distingue entre:

Ácidos húmicos: como la fracción insoluble en agua con condiciones ácidas (pH mayor a 2) pero soluble a valores mayores de pH.

Ácidos fulvicos: a la fracción soluble en agua en todo el intervalo de pH.

Humina: Fracción insoluble a cualquier valor de pH.

Composición y estructura

Los análisis elementales de estos compuestos muestran que, en general, el 98-100% de sus elementos (libres de cenizas) son C, H, O, S y P. Los ácidos fulvicos presentan mayores contenidos de oxígeno y menores de carbono. De esa manera las relaciones O/C para los ácidos húmicos representa un valor

aproximado de 0.5, mientras que para los ácidos fulvicos este valor se centra en 0.7, (Steelink, 1985).

Los ácidos fulvicos contiene mayor numero de grupos funcionales de carácter ácido que los ácidos húmicos particularmente carboxilos y fenoles. Además, en los húmicos la mayor parte del oxígeno se encuentra formando parte del núcleo o estructura central, en aniones éter o ester, mientras que para los ácidos fulvicos esta como COOH, OH o C=Oz

Efectos de las sustancias húmicas

El crecimiento y producción de las plantas depende de su nutrición mineral, del agua, aire y de otros parámetros medioambientales como luz y temperatura. Sin embargo, el efecto positivo de la materia orgánica sobre el desarrollo vegetal también está sobradamente demostrado (Csicsor *et al.*, 1994; Galli *et al.*, 1994; Barón *et al.*, Varanini and Pintor 1995).

Efectos sobre el suelo

- Aporte de nutrientes (N, P, S, etc.) a las raíces Varani, and Pintor (1995).
- Mejora de la estructura del suelo incidiendo, de ese modo, en la relación agua-aire en la rizosfera Piccolo and WBGAGWUJ (1997).
- Incremento en el suelo en la actividad microbiana (Ocio and Brookes, 1990).
- Aumento de la capacidad de intercambio cationico (CIC) y de la capacidad tampón-pH del suelo (Barón *et al.*, 1995).
- Formación de complejos estables con Cu ,Mn, Zn y otros cationes polivalentes y aumento así de la disponibilidad de micronutrientes para las plantas (Albuzio *et al.*, 1994). Oscurecimiento de suelo, de manera que facilita su calentamiento (Gallardo, 1980).

Efectos sobre la planta

GBM (1982). Señala que los ácidos húmicos producen un incremento en el contenido de clorofila, lo cual acelera la fotosíntesis total, se genera mayor producción de materia seca.

Efectos sobre la germinación y el crecimiento radicular

Las sustancias húmicas muestran mayor efecto sobre las raíces que en la parte aérea. Sladki (1959), aplicó ácidos húmicos, ácidos fulvicos, y un extracto alcohólico de materia orgánica en concentraciones de 50, 50 y 10 mg L⁻¹ respectivamente, a plantas de tomate creciendo en disolución nutritiva. Las tres fracciones de materia orgánica estimularon significativamente la longitud y peso de la raíz en comparación con una disolución nutritiva pura.

Gracias a la acción de los grupos funcionales de las sustancias húmicas, se incrementa la velocidad de germinación al actuar directamente en la multiplicación celular, debido a la aceleración en la actividad enzimática que se encarga del desdoblamiento de las sustancias de reserva en las semillas, aumentan la longitud de la plúmula (hipocótilo) al acelerar el proceso respiratorio, lo que redundará en la intensificación del metabolismo e inducen la proliferación de raíz, al acelerar el proceso de respiración, aumentan la permeabilidad celular y estimulación hormonal, las cuales incrementan la longitud de la planta debido a que las moléculas de las sustancias húmicas, proporcionan electrones y oxígeno a las células vegetales (Lulakis, 1995.)

Smidova (1962). Estudió el efecto de un humato sódico sobre absorción de agua, respiración y germinación de semilla por la aplicación de disoluciones de 100 mg L⁻¹ de humato-Na. El aumento sobre la germinación fue atribuido a estímulos sobre la actividad enzimática de la semilla.

Csicsor *et al.* (1994). Mencionan que los efectos beneficiosos son explicados en función de la capacidad de las sustancias húmicas de actuar como donadores

de electrones, de manera que pueden intervenir en la cadena respiratoria celular, incrementando el suministro de energía a las células.

Chukov *et al.* (1996) estudiaron la relación entre los efectos fisiológicos de sustancias húmicas y su actividad paramagnética, o lo que es lo mismo de su concentración de radicales libres. Según este autor, la concentración de radicales libres de las sustancias húmicas esta directamente relacionada con la actividad fisiológica de las mismas.

Csicsor *et al.* (1994) justifica de que los humatos potásicos son mas efectivos que los ácidos fulvicos por el hecho de que los radicales libres en los primeros es mayor, de manera que su influencia en la cadena respiratoria es superior.

Según Jurcsik (1994). El mecanismo de acción fisiológica consiste en la absorción de O₂ atmosférico por los radicales semiquinónicos, formándose radicales superóxido o hidrogenoperoxido capaces de donar electrones a las cadenas respiratorias. Los electrones perdidos son repuestos por moléculas de agua, o por ciertos microorganismos del suelo (Lovley *et al.*, 1996).

Absorción de macronutrientes

El efecto estimulante de las sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas ha sido comúnmente relacionado con el aumento de la absorción de macronutrientes (Guminsky *et al.*, 1983). En otro estudio realizado sobre las plantas de pepino Rauthan and Schnitzer (1981) cultivaron plantas en disolución Hoagland conteniendo hasta 2000 mg.litro⁻¹ de ácidos fulvicos. Los tratamientos incrementaron la absorción de N, P, K, Ca y Mg en los tallos y N en las raíces

El Mg se absorbe mejor por plantas a pH 5 que pH 7, aunque los humatos favorecen dicha absorción a ambos pH. Los ácidos húmicos actúan a través de procesos metabólicos Sanchez *et al.*, (1994)

Piccolo and WBGAGWUJ (1997) distinguen entre diferentes fracciones de sustancias húmicas, y muestran que son aquellas con una mayor concentración de grupos funcionales ácidos y de un menor tamaño molecular, las más activas a la hora de promover la absorción de nutrientes como el N.

Además de las ya mencionadas existen infinidad de referencias bibliográficas que nos muestran la influencia de la aplicación de sustancias húmicas sobre la absorción de cationes y aniones por diferentes cultivos. Este efecto, se explica, no solo por una intervención indirecta de las sustancias húmicas, es decir, por la mejora de las condiciones físico-químicas del suelo; sino también por un efecto directo, de origen metabólico sobre la planta. Así Piccolo *et al.* (1992) distinguen entre diferentes fracciones de sustancias húmicas, y muestran que son aquellas con una mayor concentración de grupos funcionales ácidos y de un mayor tamaño molecular, las más activas a la hora de promover la absorción de nutrientes como el N.

Absorción de micronutrientes

Según Chen and Aviad. (1986) los metales de transición como Cu, Zn, Fe, Mn y otros son capaces de formar complejos con las sustancias húmicas. Este hecho puede convertirse en uno de los motivos fundamentales justifique su empleo en zonas alcalinas, como las de las áreas mediterráneas, donde los problemas de microcarencias, particularmente de Fe son de los más graves con los que se enfrentan los agricultores.

El hierro ha sido uno de los micronutrientes más estudiados en relación a la clorosis férrica. Las sustancias húmicas no solo incrementan la solubilidad del

fierro, si no que también afectan a la translocación del fierro de las raíces a los tallos Doormar, (1975).

Trabajos relacionados

En un trabajo realizado se menciona claramente del efecto favorable de las sustancias húmicas en el crecimiento y desarrollo de diferentes estructuras de las semillas, fue presentado por Rauthan y Schnitzer (1981) también menciona que para el accionar de los ácidos fúlvicos en el crecimiento de pepinos, en este caso, los ácidos fúlvicos a concentraciones de 100 mg L^{-1} de agua, incrementaron la longitud de raíz en 31 % , el peso del tallo en 81 %, el peso de la planta en 130 %, el número de hojas y flores por planta fue de 40 y 145 %, respectivamente, con respecto a plantas donde se adicionaron mucho más altas concentraciones de las mencionadas sustancias.

En adición al incremento en longitud y peso fresco y seco, las sustancias húmicas pueden ejercer un efecto favorable en el desarrollo de los hipocótilos, en soluciones nutritivas (Vaughan y Malcolm, 1985).

En raíces de tomate producidas en solución nutritiva, los ácidos húmicos fueron más efectivos que los ácidos fúlvicos en el aumento del crecimiento Schnitzer (1995), sin embargo, podría parecer que estas dos fracciones húmicas influyen diferentes aspectos del crecimiento y solo los ácidos húmicos aumentan la elongación celular, mientras que los ácidos fúlvicos producen efectos opuestos.

Schnitzer y Poapst (1967), demostraron que los ácidos fúlvicos estimulan la iniciación de la raíz en hipocótilos del frijol (*Phaseolus vulgaris*), ya que la concentración óptima de los ácidos fúlvicos requeridos en los hipocótilos ($3000\text{-}6000 \text{ mg L}^{-1}$), es más grande que los 25 mg L^{-1} reportados por Linehan (1976) para raíces de tomate.

Los grupos funcionales carboxilos, están involucrados en la iniciación de la raíz en plántula de tomate, porque el ácido polimaléico e indolacético son similares al ácido policarboxílico de los ácidos fúlvicos, lo cual produce una respuesta similar de la plántula (Orlov, 1995). Estos mismos científicos, postularon que los grupos carboxilos y oxhidrilos fenólicos y alcohólicos de los ácidos fúlvicos, son los responsables de la influencia en la raíz de los hipocótilos como un resultado de su actividad quelatante.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Área Experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25°23'42" de latitud norte, y 100°50'57" de longitud oeste y a la altura de 1742 msnm.

Metodología

Las semillas de pepino de la variedad "poinsett", fueron tratadas con los compuestos que se presentan en el (cuadro 1), por inmersión durante 30 segundos. Una vez tratadas las semillas, se colocaron en papel anchor previamente humedecida con agua. Cuando ya se colocaron las semillas en el papel, este fue enrollado en forma de "muñecas" y se colocó en una cámara germinadora (LAB-LINE 884) a la temperatura de 25 °C. A los 5 días cuando las estructuras de la semilla ya estaban diferenciados, se asperjó agua y a los siete días se les midió: el porcentaje de plántulas normales (PN); longitud del hipocótilo (LH); longitud de raíz (LR); peso fresco del hipocótilo (PFH) y peso seco del hipocótilo (PSH) (Estufa de secado, Felisa Fe-242).

El diseño se distribuyo de acuerdo a un diseño completamente al azar, se realizo el análisis estadístico, el cual consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias DMS ($P < 0.05$), para este se utilizo el paquete para computador Statistical Analysis Sistem (SAS).Lo anterior basado en el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en estudio.

μ = Media poblacional.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

ξ_{ij} = Error experimental.

$\xi_{ij} \sim N I (0, c^2)$ = el error experimental se distribuye normal, independientemente con la media poblacional (0) y una varianza (c^2).

Descripción de los tratamientos

Se aplicaron 12 tratamientos y 1 testigo absoluto (agua), obteniendo 13 tratamientos con 2 repeticiones, dando un total de 26 unidades experimentales los cuales se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro No.1. Distribución de los tratamientos y dosis aplicada.

	TRATAMIENTO	REPETICION	DOSIS (ml ⁻¹ . litro de agua)
1	AF 1	1	1 ml
		2	1 ml
2	AF 2	1	2 ml
		2	2 ml
3	AF 3	1	3 ml
		2	3 ml
4	AH 1	1	1 ml
		2	1 ml
5	AH 2	1	2 ml
		2	2 ml
6	AH 3	1	3 ml
		2	3 ml
7	AF mi 1	1	1 ml
		2	1 ml
8	AF mi 2	1	2 ml
		2	2 ml
9	AF mi 3	1	3 ml
		2	3 ml
10	AH ma 1	1	1 ml
		2	1 ml
11	AH ma 2	1	2 ml
		2	2 ml
12	AH ma 3	1	3 ml
		2	3 ml
13	TA	1	AGUA DESTILADA
		2	AGUA DESTILADA

Donde:

AH = Acido húmico.

AF= Acido fulvico.

AH_{ma} = Acido húmico + macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg)

AF_{mi} = Acido fulvico + micronutrientes (Fe, Cu y Zn)

TA = Testigo absoluto.

Cada tratamiento con 2 repeticiones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos tuvieron efecto significativo en el número de plántulas normales de pepino (Cuadro 2). De forma general, se puede establecer que al adicionar los ácidos fúlvicos solos, a la dosis media de estos compuestos, hay reducción en número de plántulas normales (PN). Con la dosis baja de los ácidos húmicos sin mezclar, el valor de las PN fue de 94 por ciento; a la dosis media el valor aumentó y con la dosis alta, la cantidad fue la más inferior. Al aumentar la dosis de los ácidos fúlvicos mezclados con micronutrientes, el porcentaje de PN también aumentó; mientras que para los ácidos húmicos sucede lo contrario, al aumentar la dosis de los ácidos húmicos mezclados con micronutrientes, al aumentar la dosis el porcentaje de PN disminuye. De forma particular, se establece que al agregar 3 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, enriquecidos con micronutrientes, se aventajó en 12.6 por ciento al testigo absoluto (Figura 1).

Estos resultados, concuerdan con un ejemplo muy claro del efecto de sustancias húmicas en el crecimiento de diferentes órganos en plantas intactas, que fue presentado por Rauthan and Schnitzer (1981); es decir, que el aplicar sustancias húmicas mejoran la calidad de la plántula. Schnitzer and Poapst (1967), demostraron que los ácidos fúlvicos estimulan la iniciación de la raíz en hipocótilos del frijol (*Phaseolus vulgaris*), ya que la concentración óptima de los ácidos fúlvicos requeridos en los hipocótilos (3000-6000 mg L⁻¹), es más grande que los 25 mg L⁻¹ reportados por Linehan (1976) para raíces de plántula de tomate.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable número de plántulas normales (PN) de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

FV	gl	SC	CM	FC	P>F
Tratamientos	12	1300.949115	108.412426	3.12	0.0259*
Error	13	451.183700	34.706438		
Total	25	1752.132815			

C.V = 6.68%; NS = No Significativo; ** = Altamente Significativo; * = Significativo

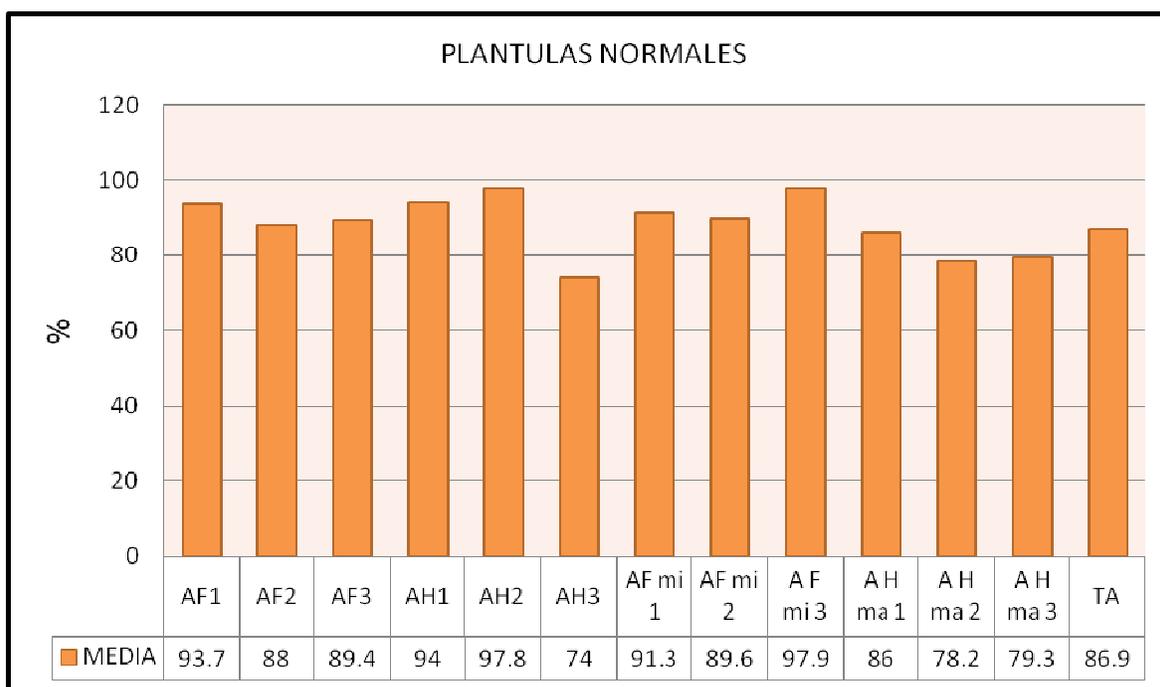


Figura 1. Número de plántulas normales (PN) de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

Los tratamientos mostraron efecto altamente significativo en la longitud del hipocótilo (LH) de plántulas de pepino (Cuadro 3). De forma general, se puede

establecer que al adicionar los ácidos fúlvicos solos, a las dosis baja y alta de estos compuestos, el valor fluctuó entre 8.3 y 8.5 cm; pero con la dosis media, el valor disminuyó. Con la adición de la dosis baja de los ácidos húmicos sin mezclar, el valor de la LH no sobrepasó al centímetro; mientras que con el aumento de la dosis, la cuantía de esta variable disminuyó. Al aumentar la dosis de los ácidos fúlvicos, mezclados con micronutrientes, la LH también aumentó; mientras que por el contrario, con la adición de los ácidos húmicos mezclados con micronutrientes, al aumentar la dosis el valor disminuyó. De forma particular, se establece que al agregar 3 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, enriquecidos con micronutrientes, se aventajó en 41.8 por ciento al testigo absoluto (Figura 2). Estos resultados coinciden con lo encontrado con Orlov (1995), menciona que los grupos funcionales carboxilos, están involucrados en la iniciación de la raíz en plántula de tomate, porque los ácidos polimaléico e indolacético son similares al ácido policarboxílico de los ácidos fúlvicos, lo cual produce una respuesta similar de la plántula. Este mismo científico, postuló que los grupos carboxilos y oxhidrilos fenólicos y alcohólicos de los ácidos fúlvicos, son los responsables de la influencia en la raíz de los hipocótilos, como resultado de su actividad quelatante.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable longitud de hipocótilo (LH) de pepino (*Cucumis sativus*) variedad "poinsett", con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

FV	gl	SC	CM	FC	P>F
Tratamientos	12	51.78996154	4.31583013	4.50	0.0058 **
Error	13	12.48175000	0.96013462		
Total	25	64.27171154			
C.V = 14.14 %; NS = No Significativo; ** = Altamente Significativo; * = Significativo					

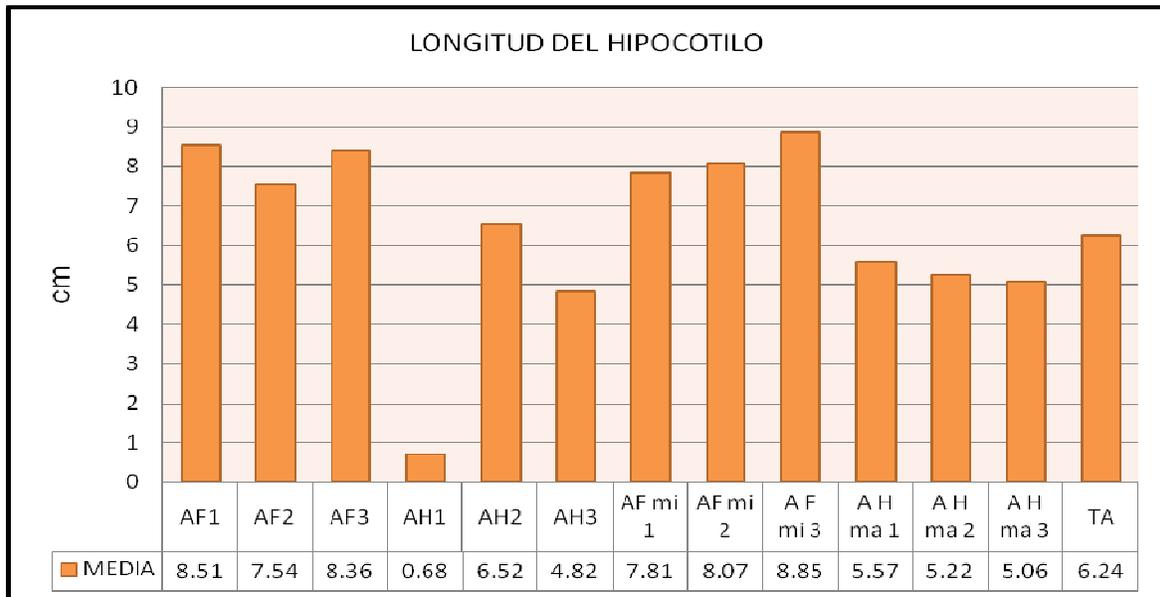


Figura 2. Longitud del hipocótilo (LH) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

Los tratamientos, no mostraron efecto en la longitud de la raíz (LR) de plántulas de pepino (Cuadro 4). De forma general, se puede establecer que al adicionar los ácidos fúlvicos solos, a las dosis baja el valor fue de 9.5 cm; a la dosis media disminuyó hasta 8 cm y con la cantidad alta de estos compuestos, el valor de la LR fue el más superior. Conforme aumentó la dosis de los ácidos húmicos sin mezclar con micronutrientes, la cuantía de esta variable disminuyó considerablemente. Al aumentar la dosis de los ácidos fúlvicos, mezclados con micronutrientes y los ácidos húmicos con macronutrientes, el valor de la LR también aumentó. De forma particular, se establece que al agregar 3 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, sin mezclar con micronutrientes, se adelantó en 32.5 por ciento al testigo absoluto (TA) (Figura 3).

Contrario a lo anterior, determinó Schnitzer (1995), al concluir que en raíces de tomate, producidas en solución nutritiva con ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, dice que los ácidos húmicos fueron más efectivos que los ácidos fúlvicos en el aumento del crecimiento, sin embargo, podría parecer que estas dos fracciones húmicas influyen diferentes aspectos del crecimiento, así, los ácidos húmicos aumentan la elongación celular, mientras que los ácidos fúlvicos producen efectos opuestos.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz (LR) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad "poinsett", con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

FV	gl	SC	CM	FC	P>F
Tratamientos	12	22.81246154	1.90103846	0.99	0.5055NS
Error	13	25.02100000	1.92469231		
Total	25	47.83346154			
C.V = 16.30 %; NS = No Significativo; ** = Altamente Significativo; * = Significativo					

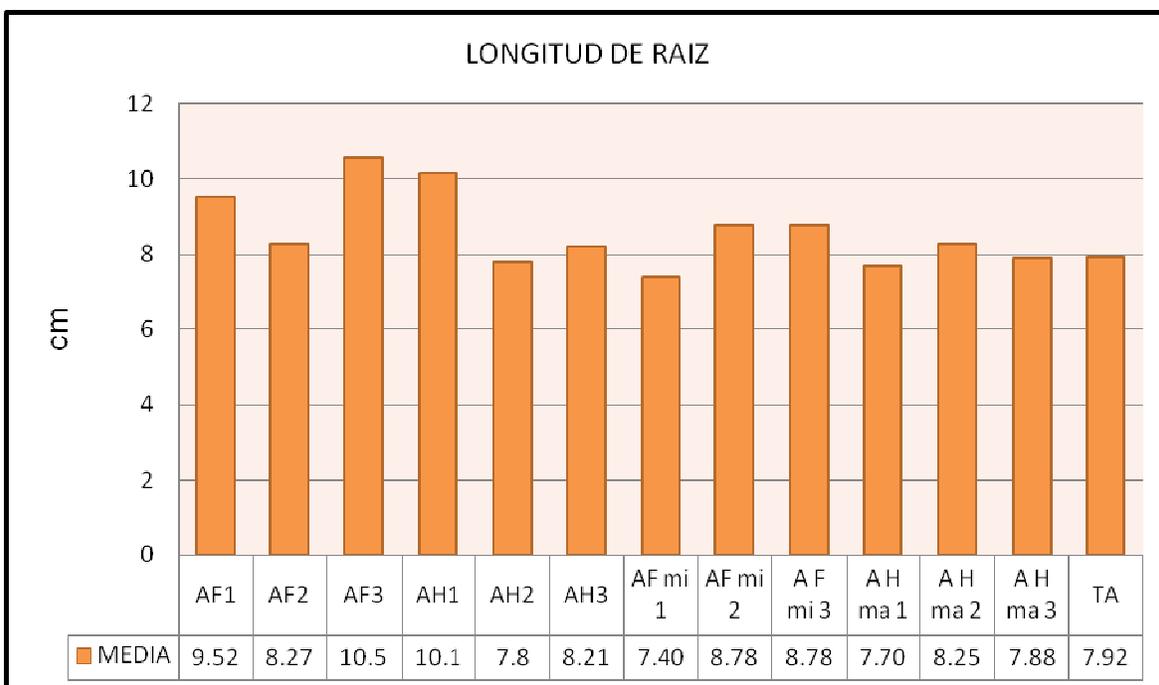


Figura 3. Longitud de raíz (LR) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

Los tratamientos, mostraron efecto significativo en el peso fresco del hipocótilo (PFH) de plántulas de pepino (Cuadro 5). De forma general, se puede decir que al adicionar los ácidos fúlvicos solos, a las dosis baja y media, el valor fue de 4.0 cm y aumentó a 5.0 cm con la aplicación de la dosis alta. Con las dosis baja y media, los ácidos húmicos sin mezclar con macronutrientes, la cuantía de esta variable disminuyó considerablemente. Con las dosis baja y media de los ácidos fúlvicos, mezclados con micronutrientes, el valor del PFH fue constante y con la dosis alta, aumentó con relación a las dos primeras. Conforme aumentó la dosis de los ácidos húmicos mezclados con macronutrientes, el valor del PFH disminuyó. De forma particular, se establece que al agregar 3 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, sin mezclar con micronutrientes, se superó en 42.8 por ciento al testigo absoluto (TA) (Figura 4).

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable peso fresco del hipocótilo (PFH) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

FV	gl	SC	CM	FC	P>F
Tratamientos	12	11.84615385	0.98717949	2.85	0.0363 *
Error	13	4.50000000	0.34615385		
Total	25	16.34615385			

C.V = 16.44 %; NS = No Significativo; ** = Altamente Significativo; * = Significativo

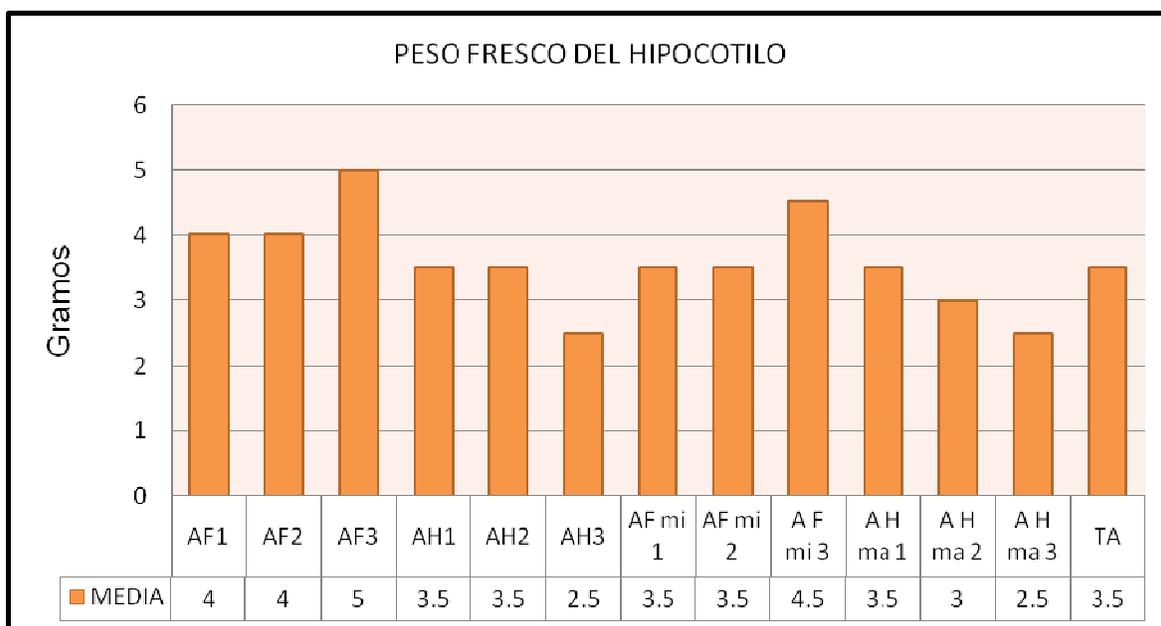


Figura 4. Peso fresco del hipocótilo (PFH) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

Los tratamientos, no mostraron efecto en el peso seco del hipocótilo (PSH) de plántulas de pepino (Cuadro 6). De forma general, se puede decir que al adicionar los ácidos fúlvicos solos, a la dosis baja se presentó el mayor valor de esta variable; con la dosis media el valor es muy bajo y con la alta, vuelve a subir la

cantidad. Conforme aumentó la dosis de los ácidos húmicos sin mezclar con macronutrientes, la cuantía de esta variable disminuyó considerablemente. Con las dosis baja y alta de los ácidos fúlvicos, mezclados con micronutrientes, el valor del PSH fue constante y disminuyó con la dosis media, con relación a las dos primeras. Conforme aumentó la dosis de los ácidos húmicos mezclados con macronutrientes, el valor del PSH disminuyó. De forma particular, se establece que al agregar 1 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, sin mezclar con micronutrientes, se superó en 14.2 por ciento al testigo absoluto (TA) (Figura 5).

Los resultados de peso fresco del hipocótilo (PFH) están muy relacionados con los resultados que obtuvieron Vaughan y Malcolm (1985), al mencionar que con respecto al incremento en longitud y peso fresco de los vegetales, las sustancias húmicas mezcladas con soluciones nutritiva, ejercen efecto favorable en el desarrollo de raíces adventicias, lo que favorece la absorción de nutrientes y por consiguiente ayuda en el metabolismo vegetal. Caso contrario a lo obtenido en el peso seco del Hipocótilo(PSH).

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable peso seco del hipocótilo (PSH) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

FV	gl	SC	CM	FC	P>F
Tratamientos	12	0.00011300	0.00000942	1.47	0.2482 NS
Error	13	0.00008300	0.00000638		
Total	25	0.00019600			
C.V = 3.19 %; NS = No Significativo; ** = Altamente Significativo; * = Significativo					

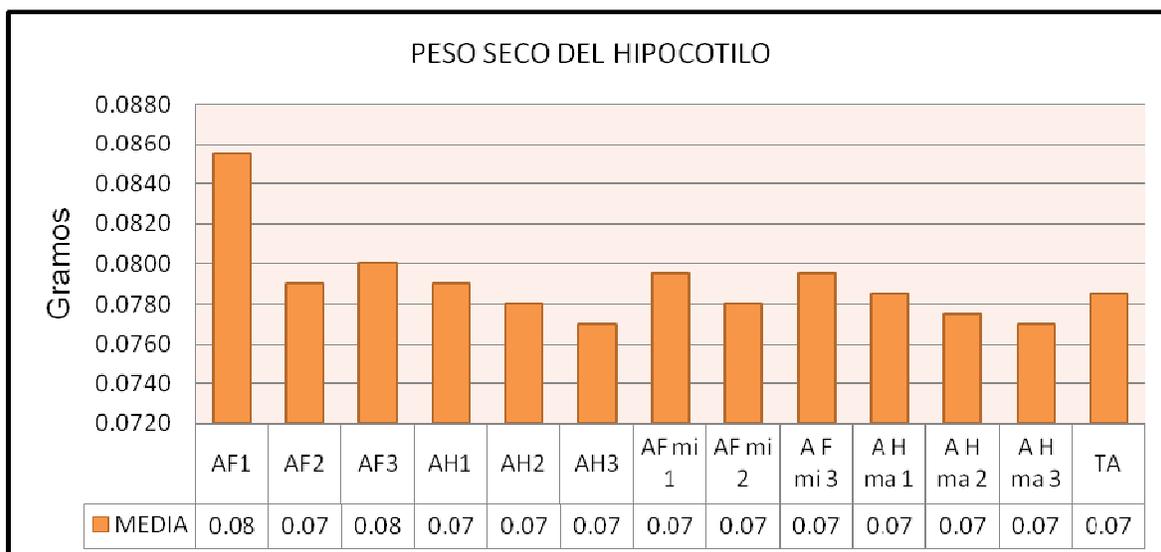


Figura 5. Peso seco del hipocótilo (PSH) de plántula de pepino (*Cucumis sativus*) variedad “poinsett”, con la adición de ácidos húmicos y fúlvicos, evaluado a los siete días después de siembra.

V. CONCLUSIÓN

Los ácidos fúlvicos mezclados con micronutrientes, realizaron efecto positivo en el número de plantas normales y la longitud del hipocótilo; mientras que los mismos compuestos pero sin mezclar, lo efectuaron en la longitud de raíz y peso fresco y seco del hipocótilo.

VI. LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1989. Fitopatología. Editorial LIMUSA. México.
- Aiken, G.R McKnight. D.M., Wershaw, R.L. y MacCarthy, P. 1985. In G.R Aiken D.M. McKnight, R.L Wershaw. P. MacCarthy (Eds.) Humic Substances in soli, Sediment, and Water, John Wiley, New York, 1-9.
- Alarcón, A. 2004. Introducción a los cultivos sin suelo. *In: Curso de fertirriego: manejo en suelos y sustratos agrícolas.* San José, Costa Rica. 23 p.
- Albuzio, A.Concheri, G., Nardi, S., Dell Angola. G. 1994. Effect Of humic fraction of the different molecular size on the development of oat Seedlings grown in varied nutritional conditions .In N. Senesi, T.M.Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implication on human health. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Anónimo, 1979. Problemática y alternativas de solución del cultivo de chile en CIANOC. Programa nacional de Chile. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte. SARH.
- Ayuso, L.M. 1995. Utilización de residuos urbanos como enmiendas orgánicas solidas y liquidas: Valoración agronómica y efectividad frente a enmiendas tradicionales. Tesis Doctoral.
- Barón, R. Benítez, I.C. y González, J.L. 1995. Influencia de la dosis creciente de un abono orgánico en un cultivo de trigo. *Agrochimica XXXIX*, 5-6; 280-289.
- Bewley, and M. Black. 1978. Physiology and biochemistry of sedes "in relation to germination". Springer verlag N.Y.
- Bures, S. 1997. Sustratos. Edición Agrotecnia S.L.Madrid España.

- Cabrera, R. 1995. Fundamentals of container media management, part 1: Physical properties. Rutgers Cooperative Extension. New Jersey Agricultural Experiment Station. The State University of New Jersey. USA. 4 p.
- Chen, and Aviad, T. 1986. Effects of humic substances on plant growth. pp. 161-186. *In* Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds.). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
- Chukov, S.N. Talishkina, V.D y Nadporozhskaya, M.A 1996. Physiological activity of growth stimulators and of soil humic acids. *Eurasian Soil Science*, 28 (4), 30-39.
- Csicsor, J., Gerse, J. y Titkos, A. 1994. The bioestimulant effect of different humic substance fraction on seed germination. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) *Humic substances in the global environment and implications on human health*. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Doormar, J. F. 1975. Effects of humic substances from Chernozemic Ah horizons on nutrient uptake by *phaseolus vulgaris* and *festuca scabrella*. *Can. J. Soil Sci.* 55:111-118.
- Drozd. J. and Weber. 1996. Rhizosphere edification as a response to iron deficiency in dean plant physiology. 81. 842-846.
- Flores, H. A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. 1ª edición. Departamento de publicaciones de la dirección general de difusión cultural y servicios de la UACH. México. P.61-78.
- Fonteno, W. 1996. Sustratos: tipos y propiedades físicas y químicas. *In*: Reed, D. ed. *Guía del productor: Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero*. Ball Publishing – Horti- Tecnia Ltda. Colombia. p. 93-123.
- Gallardo, J.F. 1980. El Humus. *Investigación y Ciencia*. 46, 8-16.

- Galli, E., Cegarra, J. Tomati, U. and Roig, A. 1994. Effect of Humified material son plant metabolism. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. Elsevier Science B.V. Ámsterdam.
- Garay, E.A., Preton P. Rosales, y Landivar J. 1992. Desarrollo de semillas, el novedoso enfoque en Bolivia. Editorial, centro internacional de agricultura tropical. (CIAT)Bolivia.
- GBM. (1982). Primera reunión para la organización y programación del desarrollo y servicio técnico. Saltillo. Coahuila, México.
- Gil, F. (1995). Elementos de la fisiología vegetal. Eds. Mundi-Prensa, Madrid-Barcelona-México.
- Guminski, S., Sulej, J., Glabiszewski, J. 1983. Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. Acta soc. Bot. Pol. 52:149-164.
- Hartley, C.W.S. 1993. La palma de aceite.C.EC.S.A., Mexico, pc.181-191.
- Hartmann, H. y Kester, D. 1982. Propagación de plantas. México D.F. compañía ditorial continental,S.A de C.V. p.46.
- Jiménez, M.A. 1990. Semillas forrajeras para siembra. Análisis de su calidad, estándares y densidades. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Mexico-Texcoco.
- Jurcsik, I. 1994. Investigations in the mechanism of electron transmission and active oxygen generating humic acids supported by redoxindicator. In N. Senesi, T.M. Miano (Eds.) Humic substances in the global environment and implication on human health. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Lopez – Cervantes, R., A. Gallego-del Tejo. E. Pena-Cervantes, A. Reyes-López, R. Castro-Franco y J.F.J Chavaz-Gonzalez. 2006. Substancias Húmicas de Origen Diverso en Algunas Propiedades Físicas de un Suelo Franco-Arcillo-Limoso. *Terra Latinoamericana Vol. 24, N 3: 303-309.*

- Linehan, D. J. 1976. Humic acid and iron uptake by plants. *Plant and Soil* 50: 663-670.
- Lovley, D.R., Coates J.D, Blunt-Harris, E.L., Phillips, E.J.P. and Woodward J.C. 1996. Humic substances as electron acceptors for microbial respiration. *Nature*, 382. 445-448.
- Lulakis, M. 1995. Effect of Humic Substances from vine-canes Mature Compost on Tomato Seedling Growth. *Bioresource Technology*. 54:2; 179-182.
- Mayer, A.M. and Poljekoff- Mayber, A. 1982. The germination of seeds. Thira. Edition. Pergaman press. Great Britain
- Molina, M.J. Estrada J.A,. Livera M. y Gonzales V.A 1990. Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas de México, sociedad mexicana de filogenética. Chapingo, México.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas. 3ª ed. UNAM. México. P. 113-122
- Muñoz V. 1972. El cultivo de pepino. INIA. Chapingo, Mexico. *Novedades hortícolas*. 16: 1- 4
- Ocio, J.A. and Brookes P.C.1990. *Soil Biological Biochemistry*, 22, 685.
- Orlov, D. S. 1995. Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT. USA.
- Pettit. 2004. Organic matter, Humate, Humic acid, Fulvic acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. Huma Tech. Inc. Makers of Promax. <http://www.humate.info/>
- Piccolo. A. and MBGAGWUJ .S .C .1997. Exogenous humic substances as Conditioners for the rehabilitation of degraded. *Agro-Food-Industry Hi-Tech*. Marzo/Abril 2-4.

- Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G. 1992. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biol. Biochem.* 24, 373-380.
- Rauthan, B. S. and M. Schnitzer. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*, 63: 491-495.
- Ruiz, O.M 1983. Tratado elemental de botánica decimal quinta edición.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1992. Fisiología vegetales por grupo Editorial Iberoamericana, S.A de C.V. México .p.647-649.
- Sánchez-Andreu, J., Jordá, J., Juárez, M. 1994. Humic substances. Incidence on crop fertility. *Acta Horticulturae*. 357:303-313.
- Schnitzer, M. 1978. Humic Substances: Chemistry and Reactions: in *Soil Organic Matter* (Ed.) Schnitzer and Khan. *Soil Organic Matter*. Elsevier, Amsterdam.
- Schnitzer, M. 1995. Soil Organic Matter-The Next 75 Years. *Soil Science*. 51: 41-58.
- Schnitzer, M. 2000. Life time perspective on the Chemistry of soil organic Matter. D.L. Sparks (Ed.). *Advances in Agronomy* ,Academic Press.68: 3-58.
- Schnitzer and P.A. Poapst.1967. Efects of soil humic compound on root initiation. *Nature* 213: 598-599.
- Siap.sagarpa.gob.mx. 2003. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera SIAP, SIACON, anuario, Agrícola por municipio, SAGARPA. Consulta de indicadores de producción nacional de pepino
- Sladky, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. *Biol. Plant.* 1, 142-150.
- Smidova, M. 1962. Effect of sodium humate on swelling and germination of plant roots. *Biol. Plant.* 1,112-118

- Stevenson, F.J. 1982. Role and application of humus in soil with emphasis and adsorption of herbicides and relation of micronutrients. *Biol. Science*. 22: 643-650.
- Steelink, C. 1985. Elemental –characteristics of humic substances. In G.R Aiken D.M. McKnight., R.L.Wershaw, P.Maccarthy, (Eds.) *Humic Substances in soli, Sediment , and Water*, John Wiley, New York, 457-476.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry, Genesis, composition, Reaction*. John Wiley and Sons, New York. 443 p.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus chemistry. Genesis, Composition, reactions*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Swift, R. S. 1991. Effects of humic substances and polysaccharides on soil Agregation. In: *Advances in Soil organic matter research: the impact on Agriculture and the environment*. (Wilson, W.S, editor). The Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Cambridge. pp. 153-162.
- Thomson, J. R. 1979. *An introduction to seed tecchnology*. Editorial, blackie group Zaragoza, España.
- Varanini, Z. and Pintor, R. 1995. Humic substances and plant nutrition. *Progress in Botany*, 56, 97-116.
- Vaughan, D. and R. E. Malcolm. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In *Soil Organic Matter and Biological Activity*. Eds. D. Vaughan and R. E. Malcolm. pp. 37-76. Marinus Nijhoff/Junk Publ., Dorderecht. Germany.

CITAS DE INTERNET

<http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino2.htm> 10 de marzo del 2010

http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos_de_abonos_2.htm, 13 de febrero del 2010.