

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Uso de Humatos y Fulvatos de Magnesio en la Calidad de Plántula de Higuera (*Ricinus communis L.*)

Por:

YAENA YULENI ESCALANTE DIAZ

TESIS

**Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Uso de Humatos y Fulvatos de Magnesio en la Calidad de Plántula de Higuera
(*Ricinus communis* L.)

Por:

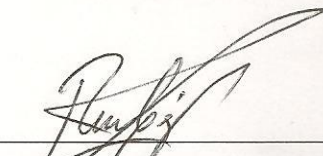
YAENA YULENI ESCALANTE DIAZ

Tesis

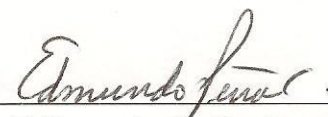
Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL


Aprobado por:



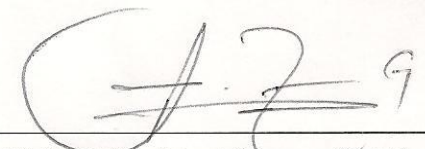
Dr. Rubén López Cervantes
Asesor Principal



Dr. Edmundo Peña Cervantes
Coasesor



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Coasesor



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la oportunidad de estar aquí concluyendo una etapa más de mi vida, y permitirme vivir al lado de todos mis seres queridos, por cada uno de los momentos vividos, gracias a él que siempre está a mi lado y nunca me abandona.

A mi Alma Mater:

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por cobijarme en sus aulas y por la enseñanza que me llevo, gracias a esta casa por hacerme un profesionista e inculcarme una carrera.

A mis Asesores:

Dr. Rubén López Cervantes, Dr. Edmundo Peña Cervantes y M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Gracias por su apoyo, y por sus enseñanzas, por la confianza y dedicación que me tuvieron durante la realización de este trabajo.

A mis compañeros y maestros de la carrera agrícola y ambiental:

Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza e Ing. Pedro Recio del Bosque: Por sus consejos y apoyo durante la realización de mi carrera profesional.

A todos mis compañeros de generación por su apoyo incondicional cuando más los necesité, gracias por esa motivación y consejo, gracias a ustedes es que pude concluir este sueño, gracias por su ayuda y porque de una u otra forma ustedes fueron partícipes para que este sueño se cumpliera: **Manuel de Jesús, Ariadna, Gabriela, Iris, Jazmín, Monserrat Ortiz, Monserrat Zecua, Nora, Zayra, Nancy, Adal, Rodrigo, Luis Manuel, Nestor, Manuel Santiz, Eleazar, Alfredo, Víctor, Sócrates, Luis Alberto, Hector, Dulce, Eligio.**

A mi prima Nohemi Laynes Morales: por su apoyo, ayuda y por estar conmigo en las buenas y en las malas, sobre todo cuando más la necesite por eso y mucho más ¡Gracias!

DEDICATORIA

A mis padres:

ANTONIO ESCALANTE RODRIGUEZ Y MAGADALENA DIAZ VENTURA: por ser las dos personas más importantes y especiales que DIOS me dio como padres, gracias a ustedes que me dieron la vida y me inculcaron buenos principios es que el día de hoy estoy aquí, alcanzando una meta más, gracias por estar conmigo en cada momento de mi vida, y por ustedes es que seguiré adelante, ¡Los amo!

A mi hija:

ELISA ITZEL DÍAZ ESCALANTE: Una personita muy importante en mi vida, que me da fuerza para seguir adelante y por ella seguiré luchando hasta el final, a ella dedico esta meta porque ella es mi razón de ser y de vivir. ¡Te amo mi niña!

A mi esposo:

ELIZANDRO DIAZ MORALES: por ser mi fuerza, fortaleza y apoyo para seguir adelante, gracias por estar conmigo incondicionalmente en las buenas y en las malas y por no abandonarme cuando más te necesito ¡te amo!

A mis hermanos:

MARCO ANTONIO ESCALANTE DIAZ, FREDI ALEJANDRO ESCALANTE DIAZ, Y JACQUELINE MARISOL ESCALANTE DIAZ: Les dedico esta meta alcanzada, por ser personas especiales, que me han apoyado incondicionalmente, y que han estado conmigo en las buenas y en las malas, gracias

A toda mi familia:

Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, que han estado conmigo incondicionalmente, apoyándome desde el fondo de su corazón, gracias por los consejos que he recibido de cada uno de ellos, gracias a todos es que el día de hoy se culmina una página más de mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
General	4
Específico	4
HIPÓTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
La Higuera (<i>Ricinus Communis</i> L.).....	5
Antecedentes	5
Origen y Distribución de la Higuera	5
Características Botánicas y Taxonómicas	6
Clasificación Botánica o Taxonomía	9
Manejo como Cultivo	9
Enfermedades.....	10
Plagas	10
Cosecha.....	10
Importancia Mundial.....	11
Importancia Nacional	11
Las Sustancias Húmicas.....	12
Efectos en las Propiedades del Suelo	14
Efecto en las Plantas	15
Los Ácidos Húmicos.....	16

Los Ácidos Fúlvicos	17
El Magnesio (Mg)	18
El Magnesio en las Plantas.....	19
El Magnesio en el Suelo.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
Localización del Área Experimental	23
Metodología.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Peso Fresco de Raíz	26
Peso Fresco del Tallo	27
Peso Fresco de la Hoja	28
Peso Seco de Raíz	29
Peso Seco de Tallo	31
Peso Seco de la Hoja	32
Potasio (K).....	33
Zinc (Zn).....	35
Fierro (Fe).....	36
Magnesio (Mg)	37
Calcio (Ca).....	39
CONCLUSIÓN.....	41
LITERATURA CITADA	42

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de la semilla de higuera.	8
Cuadro 2. Principales países productores de higuera a nivel mundial, en el 2005.	11
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.	25
Cuadro 4. Análisis de varianza de peso fresco de raíz en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	26
Cuadro 5. Análisis de varianza de peso fresco de tallo en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	27
Cuadro 6. Análisis de varianza de peso fresco de hojas en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	29
Cuadro 7. Análisis de varianza de peso seco de raíz en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	30
Cuadro 8. Análisis de varianza de peso seco de tallo en plántula de higuera.	31
Cuadro 9. Análisis de varianza de peso seco de hoja en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	33
Cuadro 10. Análisis de varianza del potasio en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	34
Cuadro 11. Análisis de varianza del zinc en tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	35
Cuadro 12. Análisis de varianza del hierro en el tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	36
Cuadro 13. Análisis de varianza de magnesio en el tejido vegetal de follaje, en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	37
Cuadro 14. Análisis de varianza de calcio en el tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica de la anatomía de la higuera.....	8
Figura 2. Estructura química del ácido húmico propuesta por Stevenson (1982).	16
Figura 3. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffle <i>et al.</i> (1977).....	18
Figura 4. Localización del área experimental.....	23
Figura 5. Peso fresco de raíz de plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.....	27
Figura 6. Peso fresco de tallo de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.....	28
Figura 7. Peso fresco de hojas en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	29
Figura 8. Peso seco de raíz en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	31
Figura 9. Peso seco de tallo en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	32
Figura 10. Peso seco de la hoja en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	33
Figura 11. Contenido de potasio en el tejido vegetal de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	34
Figura 12. Contenido de zinc en el tejido vegetal de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	36
Figura 13. Contenido de hierro de tejido vegetal de follaje, en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	37
Figura 14. Contenido de magnesio en el tejido vegetal de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	38
Figura 15. Contenido de calcio en el tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.	39

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de humatos y fulvatos de magnesio, en la calidad de plántula de higuera, semillas de plantas silvestres, fueron colectadas y colocadas a germinar en charolas de poliestireno de 200 cavidades. Cuando la plántula contenía dos pares de hojas verdaderas bien desarrolladas, se trasplantaron en macetas de plástico con 500 g de un suelo Calcisol. Se les aplicaron un humato y un fulvato de magnesio, solos y mezclados con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) y como testigos: ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, sin magnesio ni N, P, K y el magnesio solo. Se midió el peso fresco y seco de raíz, tallo y hoja (PFR, PFT, PFH, PSR, PST y PSH) y al tejido vegetal de follaje, el contenido de potasio (K), zinc (Zn), hierro (Fe), magnesio (Mg) y calcio (Ca). Se encontró que en el PFR, el magnesio con NPK; en el PFT los ácidos fúlvicos solos (AF) y en el PFH, los humatos y fulvatos de magnesio, con este elemento al 1 %, aumentaron los valores en 12, 118 y cuatro %, respectivamente. En el PSR, el magnesio más NPK; en el PST los ácidos húmicos y fúlvicos con NPK y en el PSH, los compuestos húmicos con los fertilizantes químicos, adelantaron a los testigos en nueve, 17 y 26 % respectivamente. Los tratamientos, realizaron efecto significativo en todos los nutrimentos medidos, con excepción del Fe. Se concluye que los humatos y fulvatos de magnesio, realizaron efecto positivo en el peso fresco y seco de la hoja y en el peso seco de tallo y también en los nutrimentos, medidos al tejido vegetal de follaje, de la plántula de higuera.

Palabras claves: *Ricinus Communis L.*, Ácidos Húmicos, Ácidos Fulvicos, Magnesio, Fulvatos de Magnesio, Humatos de Magnesio.

INTRODUCCIÓN

La higuera (*Ricinus communis* L.), es una oleaginosa cuyo aceite se utiliza en la industria de motores de alta revolución, en pinturas, lacas, barnices, plásticos y fertilizantes; además, del uso como antiparasitario en humanos. En total, se utiliza en más de 180 productos, crece espontáneamente en gran parte de los campos y debido a su hábito de crecimiento se la ubica como arbusto alto y perenne, que presenta dificultades para realizar su cosecha. Tradicionalmente los niveles de productividad, son muy bajos debido al poco uso de semillas de alta calidad y la falta de cultivares mejorados.

Cada año, en todo el mundo, aumenta la demanda de combustible fósil y las reservas naturales tienden a ser más limitadas, por lo que se presume que dentro de unos 35 a 40 años este se haya agotado y debido a este hecho innegable, va tomando mayor fuerza la producción de biodiesel a base de aceite vegetal, recalcando también el efecto positivo que causa al Medio Ambiente, al reducir el efecto del calentamiento global (Rubio, 2005). Aunque, el área sembrada en higuera no es representativa (Cardona et al., 2009), el interés por este cultivo ha aumentado, por lo que, además de generar y disponer de genotipos de higuera, se hace indispensable la producción de plántulas.

El concepto de calidad de plántula, es muy complejo y vago, sin embargo en la opinión de Noordegraaf (1994), se define como el producto adecuado al objetivo para el cual será utilizado. Los factores que intervienen durante la producción de plántula, tales como la fertilización, el riego, el control de plagas y enfermedades, pueden influenciar su calidad y recuperación después del trasplante, lo que tiene efecto en el rendimiento final del cultivo (Guzmán et al. 2003). Dentro de estos factores, el acondicionamiento nutricional es uno de los más importantes en la obtención de plántula de calidad (De Gracia et al. 2008), ya que modifica las características morfológicas y fisiológicas de ella (Nicola y Basoccu, 1994).

En los últimos 20 años, en México, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable, la búsqueda de técnicas de producción agrícola, económica y ecológicamente factibles, ha tomado gran importancia. El uso de fertilizantes químicos en la producción de plántula, ha traído grandes beneficios al incrementar la calidad de ella, sin embargo, la mayoría de estos productos son derivados de recursos naturales no renovables y su costo es elevado; por lo que, una alternativa real y que puede ayudar a los agricultores en la producción vegetal, es el uso de sustancias húmicas (SH), pero de forma organizada.

La Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (2013), dice que las SH, son una mezcla compleja y heterogénea de materiales polidispersados, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de plantas y restos de microorganismos (proceso denominado Humificación). La lignina de las plantas y sus productos de transformación como los polisacáridos, melanina, cutina, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, son importantes componentes en este proceso y Stevenson (1984), las clasifica en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis.

A los AH y los AF, se les atribuye que pueden complejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados. En los primeros, dominan los grupos funcionales oxhidrilos fenólicos (OH) y en los segundos, los grupos carboxilos (-COOH), porque más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados (Schnitzer, 2000); además, presentan alta capacidad para intercambiar cationes (Stevenson, 1984). Gracias a lo anterior, cuando a estos compuestos orgánicos se les adicionan nutrimentos, son denominados humatos y/o fulvatos del elemento químico dominante. En el caso del presente trabajo, al unirse al magnesio (Mg) son humatos y fulvatos de Mg.

El Mg, es un pequeño ion divalente, presenta baja movilidad en el suelo y en la planta, por lo que se considera mediana. Sus funciones en la planta son: es fundamental en la formación de la molécula de clorofila, activa más enzimas que cualquier otro catión (por ejemplo: la carboxilasa y la fosfatasa), interviene en la

síntesis de algunas proteínas, es determinante en la formación y utilización de las moléculas de ATP y es básico en la formación de carbohidratos y grasas. A pesar de lo anterior, la mayoría de los fertilizantes a base de este nutrimento, son de muy baja solubilidad y por consiguiente, pueden presentarse problemas si son aplicados por vía foliar (Marschner, 1995).

Gracias a la acción de los grupos funcionales de las SH, se incrementa la velocidad de germinación al actuar directamente en la multiplicación celular; acelera la actividad enzimática, que se encarga del desdoblamiento de las sustancias de reserva en las semillas; aumentan la longitud de la plúmula, al acelerar el proceso respiratorio, lo que redundará en la intensificación del metabolismo e inducen la proliferación de raíz; aumentan la permeabilidad celular y estimulación hormonal, las cuales incrementan la longitud de la planta, debido a que las moléculas de las SH, proporcionan electrones y oxígeno a las células vegetales (Lulakis, 1995; Furter *et al.* 1996; Wang *et al.* 1996; Xu *et al.* 1997; Muñoz *et al.* 1999; Rodríguez y Cordeiro, 1999).

Por lo tanto, la producción de plántulas de higuera en un futuro, será de gran utilidad para la sociedad tanto en lo económico como en lo ambiental. En consecuencia y por lo anteriormente mencionado, de la producción de plántula de higuera, poco se sabe, especialmente en lo relacionado con el uso de las SH y el Mg, que es uno de los elementos esenciales a menudo ignorado en la fertilización corriente, a pesar de su importancia como constituyente estructural de la clorofila, por tal motivo, el presente estudio buscó determinar el efecto que tienen los humatos y fulvatos de magnesio en la calidad de plántula de higuera.

OBJETIVOS

General

Determinar el uso de humatos y fulvatos de magnesio, en la calidad de plántula de higuera (*Ricinus communis* L.).

Específico

Determinar la dosis óptima de humatos y fulvatos de magnesio, que aumenten la calidad de plántula de higuera (*Ricinus communis* L.).

HIPÓTESIS

Solo una dosis de humatos y/o fulvatos de magnesio, aumentan la calidad de plántula de higuera (*Ricinus communis* L.).

REVISIÓN DE LITERATURA

La Higuera (*Ricinus Communis* L.)

Antecedentes

La primera investigación con higuera en México, se realizó en 1962 por el Dr. Raúl Robles Sánchez en colaboración con el Dr. Leodegario Quilantán V. en el Campo Experimental de Río Bravo, Tamaulipas, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), evaluaron cuatro variedades enanas, donde encontraron que los rendimientos superiores, se lograron con Lynn (1908 kg.ha⁻¹) y Hale (1888 kg.ha⁻¹) (Robles, 1980). González (2009), en el sur de Jalisco, evaluó variedades e híbridos comerciales disponibles en el mercado; el rendimiento fue de 2,994 kg.ha⁻¹ y 52.34 por ciento de aceite con el híbrido CSR-6.2.

En Chiapas, México, Grajales et al. (2009), evaluaron 20 colectas de *Ricinus communis*, donde reportan genotipos que produjeron de 1,440 a 2,500 kg.ha⁻¹ de grano seco. El INIFAP, cuenta con colectas de higuera de los estados de Jalisco, Chiapas, Guanajuato, Veracruz, Oaxaca y Michoacán, las que constituyen la base para la obtención de materiales elite y su evaluación en diferentes regiones del país. En la búsqueda de biocombustibles, el uso del aceite de higuera *R. communis* ha demostrado tener ventajas técnicas y ecológicas, como un lubricante por su gran densidad, porque conserva su viscosidad a diferentes temperatura y porque solo se congela a 10°C bajo cero y está posicionado como una oportunidad para el desarrollo agrícola en áreas áridas y empobrecidas de las zonas tropicales y subtropicales.

Origen y Distribución de la Higuera

La higuera, es una planta originaria de África tropical, frecuentemente en tierras de clima cálido templadas y actualmente naturalizada en los climas templados de todo el mundo; forma parte de la vegetación perturbada, desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Este cultivo puede darse en suelos muy secos, pobres de nutrientes y con menos cuidados que los requeridos por otros cultivos,

aunque sí ocupa suelos profundos. En contraparte, goza de una alta rentabilidad (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Estos mismos autores agregan que la higuera se registra en Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán. En México, se ha naturalizado en todas las regiones cálidas, con altas producciones en donde la temperatura promedio es de 20°C y la altitud no mayor de 1500 m.s.n.m.

Características Botánicas y Taxonómicas

Es una planta de hábito anual o perenne, según las condiciones ambientales; por lo general las plantas de hábito anual, son variedades enanas (Robles, 1980). La planta es de porte erecto, las cuales se pueden clasificar por su altura en altas (10 m), medianas (2 a 3 m) y enanas (menores de 2 m). El tamaño de planta, tiende a ser mayor en climas tropicales y tierras fértiles (con materia orgánica superior al 5%). Las variedades enanas son de gran interés económico, porque facilitan la cosecha mecánica (Robles, 1980).

Para este mismo autor, la raíz, es pivotante y profunda, constituye el anclaje principal de la planta y presenta raíces secundarias y terciarias, las cuales se encuentran en su mayoría a poca profundidad. Además, presenta un tallo principal recto, seccionado por entrenudos que pueden ser de 11 a 20 cm; al inicio del ciclo de vida, es relleno y con el tiempo se hace hueco. El diámetro puede variar de 3 a 15 cm., sus colores fundamentales son verde, rojo y caoba, algunas variedades son muy ramificadas y otras sin ramificación.

También, este mismo investigador, menciona que las hojas son: alternas, pecioladas, palmeadas con 5 a 11 lóbulos, dentadas, con nerviación palmatinervia, peciolo redondo de 18 a 60 cm de longitud, con dos glándulas nectaríferas en la unión con la lámina, dos glándulas en la unión con el peciolo; la lámina de la hoja tiene 10 a 75 cm de diámetro y de color acorde al del tallo.

Para Moshkin (1986b), las flores son normalmente monoicas, dispuestas en inflorescencias tipo racimo, en la cual, la parte basal está ocupada por flores masculinas y el ápice, por las femeninas; ambas flores, están desprovistas de corola. Las masculinas, pueden representar del 30 a 50 por ciento del total de flores y, algunas veces están ausentes o dispersas entre las femeninas. La inflorescencia puede alcanzar los 80 cm de longitud y las flores dioicas son raras.

La relación normal de flores femeninas y masculinas es 1:1; sin embargo, esta proporción puede variar en función de las condiciones ambientales (Moshkin, 1986a) y de acuerdo con Weiss (1983), factores como alta temperatura, edad de la planta y los días cortos, favorecen el surgimiento de flores masculina en lugar de las femeninas. Conforme lo expuesto por Beltrão *et al.* (2001), el primer racimo floral es el de mayor tamaño y ha sido denominado como racimo principal o primario; en éste, debido a la distribución de las flores sobre su eje, la polinización es anemófila, con un grado de alogamia del 40 por ciento, aunque la especie sea considerada preferentemente autógama.

El fruto es una capsula tricarpelar, con una semilla por carpelo; de forma esférica o alongada, dehiscente o indehiscente y puede ser lisa o con estructuras semejantes a espinas, denominadas acúleos. Éstos se distribuyen en racimos que pueden ser cónicos, esféricos o cilíndricos, de longitud variable, en función del cultivar y de las condiciones ambientales (Beltrão *et al.* 2001; Moshkin, 1986a).

Para Ramírez (2008), la semilla es de forma oval aplastada, redondeadas en un extremo y en el otro extremo una excrescencia llamada carúncula, de superficie brillante y lisa, de color variable, que suele ser gris con manchas rojizas y parduscas, de tamaño variable que va de 0.5 a 1.5 cm de largo; la semilla, tiene una cubierta dura y quebradiza exterior y otra inferior muy fina de color blanquecino, ambas protegen la semilla, la cual consta de un embrión pequeño, con sus dos cotiledones delgados y el albumen que es blando, compacto y aceitoso, el albumen es el que contiene el aceite. La semilla contiene toxinas que son ricina (albúmica) y la ricenina (alcaloide), las cuales quedan en el bagazo o torta que sobra en la extracción del aceite (Cuadro y Figura 1).

Cuadro 1. Composición de la semilla de higuera.

Composición	Porcentaje
Aceite	46.19
Almidón	20.00
Albúmina	0.50
Goma	4.31
Resina Bruta y Principios Amargo	1.91
Fibra Leñosa	20.00
Agua	7.09
Total	100

Fuente: Ramírez (2008).

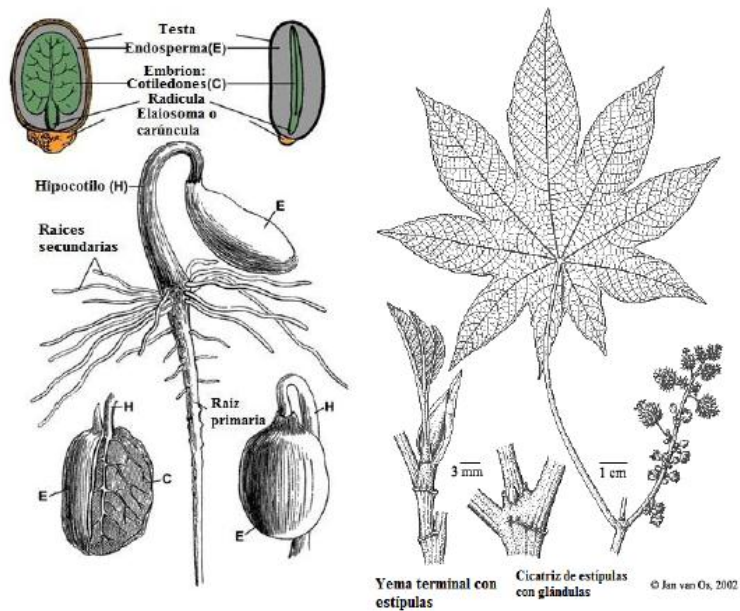


Figura 1. Representación gráfica de la anatomía de la higuera.

Clasificación Botánica o Taxonomía

Según Cerón (1993 b), la higuera se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

Subreino: Traqueobionta

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas)

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: Ricinus

Especie: communis L.

Manejo como Cultivo

Para Robles (1992), esta planta prospera bien en suelos profundos, de consistencia suelta, con buena aireación, poco compactada y de buen drenaje, de mediana o alta fertilidad, permeables, con altas cantidades de elementos nutritivos y con pH sobre 5,5 (óptimo 6-7), aunque no soporta la alcalinidad. Además, según Cogley (1995), puede producirse desde el nivel del mar hasta los 2,500 m de altura; pero, conforme aumenta la altitud, decrece el contenido de aceite. La higuera, requiere una época seca definida después de la floración y su requerimiento de agua durante la etapa de crecimiento, es de 600 a 800 mm. Tiene gran capacidad de adaptación y hoy día, es cultivada prácticamente en todas las regiones tropicales y subtropicales, aunque es típica de regiones semiáridas.

Se fertiliza de la siguiente forma: a la siembra, se adicionan entre 50 y 70 kg.ha⁻¹ de fósforo y entre 30 y 50 kg.ha⁻¹ de potasio y nitrógeno; a los veinticinco días

se aplican 50 kg.ha⁻¹ de nitrógeno y a los cincuenta días, otros 50 kg.ha⁻¹ de nitrógeno (Guzmán, 1989).

Según, Villaseñor y Espinosa (1998), algunas de las enfermedades y plagas de la higuera:

Enfermedades

Marchitez o fusariosis (*Fusarium oxysporum*): este hongo vive en el suelo y ataca las plantas en cualquier estado de su ciclo. Las hojas las deja marchitas y quedan pendiendo del pecíolo. En la base de las hojas y de las ramas, produce una mancha color marrón oscuro, desarrollada en sentido longitudinal; generalmente causa la muerte de la planta.

Podredumbre gris (*Botrytis ricini*): ataca la parte reproductiva de la higuera, desde la inflorescencia hasta la semilla y pudre la cápsula. Se presenta en condiciones de alta humedad y temperatura.

Plagas

Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.): afecta principalmente lo que es la raíz destruyendo toda la estructura de las raíces.

Gusano de alambre (*Agrotis* spp.): daña el tallo la plántula de la higuera, para su alimentación.

Cosecha

Constituye una operación importante en el cultivo de la higuera. Un atraso en la cosecha causaría la pérdida de semillas, a consecuencia de la caída de los frutos

por efecto de la dehiscencia. Generalmente, debe cosecharse cuando los frutos del tercio inferior de los racimos están secos, lo que da lugar a realizar uno a cinco pases de cosecha en todo el ciclo del cultivo (Mendoza, 1985).

Importancia Mundial

Actualmente, la higuera se encuentra ampliamente distribuida por su cultivo con fines industriales, por su crecimiento espontáneo y por su uso como planta ornamental en Brasil, India, China, Etiopía y Paraguay, son sus principales productores (FAO, 2006).

Cuadro 2. Principales países productores de higuera a nivel mundial, en el 2005.

País	Producción (Ton)
India	870.000
China	268.000
Brasil	176.763
Etiopía	15.000
Paraguay	11.500
Mundo	1.293.812

Importancia Nacional

La higuera en México, no se ha establecido como cultivo de importancia, por falta de tecnología de esta planta y por la inseguridad en el mercado nacional e internacional. En años anteriores, las industrias de transformación de este aceite, obtenían la materia prima a través de la importación, pues resultaba más económica esta forma, que su producción en el país (INIREB, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, 1993).

Las Sustancias Húmicas

Stevenson *etal.* (1994), define la materia orgánica del suelo, como la totalidad de las sustancias orgánicas presentes en el suelo, incluye restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo, la fracción orgánica soluble en agua y el humus.

De Saussure en 1804, fue el primero en utilizar la palabra “*humus*” (que en latín significa suelo), para describir el material orgánico de color oscuro presente en el suelo. Este autor, observó que el humus era más rico en carbono y más pobre en hidrógeno y oxígeno, que el material vegetal de origen.

Desde el punto de vista geológico, las SH son los intermediarios químicos entre las plantas y los fósiles; son el último producto de descomposición natural aeróbico de toda la materia viviente en presencia de agua. Para que el proceso de humificación se lleve a cabo, se requiere que los restos de plantas y animales, sean dirigidos de manera sucesiva por al menos tres especies diferentes de microorganismos apropiados, lo que culmina en la formación de una de las sustancias naturales más complejas de la tierra, por lo que la naturaleza química de los suelos, de los pantanos y de los sedimentos, varían según la transformación y degradación que haya sufrido la materia orgánica de la que provienen (Schnitzer, 1972; Khany Gjessing, 1972).

El primer estudio relevante del origen y naturaleza química de las SH, fue realizado por Sprengel en 1839 (Stevenson, 1982) y hasta la fecha, es la más importante. En ese mismo año, el investigador sueco Berzelius, contribuyó de manera importante al conocimiento de estas sustancias, al aislar dos tipos diferentes; ambas de color ligeramente amarillo, a partir de agua mineral y de barro limoso rico en óxidos férricos (Steinberg, 2003).

Gracias al profundo estudio de las SH, que se han realizado en los últimos años y siguiendo los criterios de Kononova (1966), se pueden clasificar y fraccionar en: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas residuales. Además, la mayor parte de los estudios acerca de las SH, se han llevado a cabo sobre las fracciones húmicas y fúlvicas y la humina, es la que se ha estudiado menos (Rice y McCarthy, 1988).

Los ácidos húmicos (AH) y los ácidos fúlvicos (AF), son compuestos orgánicos no muy bien definidos químicamente, que constituyen la parte más elaborada de la descomposición de la materia orgánica (MO); se derivan de diferentes materias primas, originadas principalmente de yacimientos de carbón orgánico conocidos como lignitos, turbas y leonardita. Humatos y fulvatos, son formados con los cationes del suelo, con lo que evitan la retrogradación y son capaces de fijar los nutrimentos que son aplicados como fertilizantes, lo que disminuye las pérdidas por lixiviación e inmovilización. Los AH, son activadores de la flora microbiana del suelo, con lo que aumenta la mineralización de la MO y la consecuente liberación de nutrimentos a formas disponibles para las raíces de las plantas (Olmos *et al.* 1998).

Los AH y AF son de gran importancia en los cultivos ya que evitan que las tierras se compacten, ayudan a transferir nutrientes del suelo a la planta, aumentan la capacidad de retención de agua, incrementan la velocidad de germinación de las semillas y estimulan la proliferación de la microflora presente en el suelo (Senesiet *al.*1991).

Chenet *al.* (1990), A lo largo de sus investigaciones, han recogido la influencia de las SH en el crecimiento de las plantas, en la nutrición mineral, en la productividad y el metabolismo, al considerar los efectos positivos sobre la germinación de semillas, la iniciación y el desarrollo radicular, el desarrollo de los brotes, el contenido de nutrimentos en numerosos cultivos y la síntesis de ácidos nucleicos o la respiración.

En el suelo, estos compuestos, mejoran la estructura de los sustratos, incrementan la capacidad de intercambio catiónico y movilizan micronutrimentos (Olmos *et al.* 1998). Los efectos de la aplicación al suelo de las SH, sobre las

cosechas, han sido explicados por diferentes teorías (Benedetti *et al.* 1990 y 1992); la más aceptada por la comunidad científica, es la hipótesis que asigna a las SH “efectos directos” sobre la planta, al tener un comportamiento hormonal y “efectos indirectos”, al actuar sobre el metabolismo de los microorganismos del suelo y la dinámica de los nutrimentos.

Las SH son capaces de alterar la absorción de micronutrimentos por las raíces y modificar las actividades enzimáticas implicadas en el metabolismo del nitrógeno (Visser, 1985). Los distintos efectos que producen en las propiedades del suelo o en el desarrollo vegetal, están gobernados por la concentración en la que se encuentran en su naturaleza (García, 1990), el peso molecular de las fracciones húmicas y su contenido en grupos funcionales (Piccolo *et al.* 1992); así como, de la especie vegetal, su edad y estado nutricional (Albuzio *et al.* 1986).

Efectos en las Propiedades del Suelo

Cadahia (1998), menciona que las principales propiedades atribuidas a las SH se clasifican en:

Físicas: dosis adecuadas; mejora la estructura del suelo; incrementa la capacidad de retención de agua del suelo, que junto a la propiedad anterior evitarían los procesos de erosión e incrementan la temperatura del suelo.

Químicas: son transportadoras de metales, principalmente los ácidos fúlvicos; ejercen control de la disponibilidad de nutrimentos y elementos tóxicos (ácidos húmicos); poseen elevada capacidad de intercambio catiónico (ácidos húmicos) y son acidificantes.

Biológicas: propician ambiente adecuado al desarrollo de micro y macro organismos, ejercen efectos benéficos sobre la fisiología de plantas; liberan sustancias de bajo peso molecular, precursoras de hormonas vegetales e incrementan la absorción de nutrimentos.

Efecto en las Plantas

Para que las plantas, puedan tener un efecto directo de las SH sobre el desarrollo vegetal, implica su absorción, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo. En los últimos años, se han investigado sus efectos bioestimulantes (Ramos, 2000; Vivas, 2001), considerando la implicación de estos productos, en los diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que tiene lugar en la planta. Algunos de los efectos que se han encontrado en múltiples investigaciones son las que se presenta a continuación:

Las SH, tienen como principal efecto estimulante sobre el crecimiento de las plantas, aumentar la absorción de macronutrientes (Guminsky *et al.* 1983), gracias al papel quelatante que ejercen, colocando los cationes disponibles para la raíz y previene su precipitación.

Uno de los efectos generalmente asumidos de las SH, es su influencia en la germinación de semillas. Así, Csicsore *et al.* (1994), observaron efectos beneficiosos en la germinación “*in vitro*” de semillas de tabaco, con la aplicación de humatos potásicos y AF en diferentes dosis; los superiores resultados, fueron con los humatos potásicos, en dosis de 200 mg.litro⁻¹. Chen y Aviad (1990), atribuyeron los efectos beneficiosos sobre la germinación, a la capacidad de las sustancias, de incrementar la actividad enzimática de las semillas.

David *et al.* (1994), reportaron que las plantas de tomate con adición de 1280 mg.litro⁻¹ de AH, produjeron incremento significativo en brotes, acumulación de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn); así como, incremento en la acumulación de nitrógeno (N), Ca, Fe y cobre (Cu) en raíces. Los pesos secos y frescos se incrementaron también. Aza (2001), realizó dos experimentos en tomate, en invernadero, donde determinó el efecto de AF de dos orígenes, uno de leonardita y el otro extraído de composta y encontró que estos tienen efectos positivos al incrementar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento con respecto al testigo, en el que se aplicó una solución nutritiva.

Los Ácidos Húmicos

Son solubles en una solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. El color es café oscuro, de alto peso molecular (5,000 – 300,000 Dalton), altamente polimerizado, íntimamente ligado a arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50 al 60 por ciento de carbono (Florenza y Martínez, 1991; Schnitzer, 2001); además, contienen alrededor del 30 por ciento de oxígeno, la mayor porción de este elemento, parece estar presente como un componente estructural del núcleo y/o ciclos aromáticos. Los grupos funcionales oxigenados, están involucrados en reacciones con metales y minerales que proveen elementos nutrimentales para las raíces de los vegetales.

Cepeda (1992), indica que los AH son sustancias polímeras coloidales, compuestas por unidades estructurales, las cuales están constituidas de unidades monoestructurales (monómeros), que a su vez están formadas por unidades microestructurales, cada una de las cuales contiene núcleo, cadena, puente y grupo reactivo (grupo carboxílico y alcohol).

Los AH, tienen alta estabilidad relativa y distinta reactividad; una de sus formas muy interesantes, es la presencia de vacíos de variadas dimensiones, los cuales pueden atrapar o unir otros componentes orgánicos como carbohidratos, proteínas y lípidos o también arcillas minerales oxihidróxidos (Figura 2).

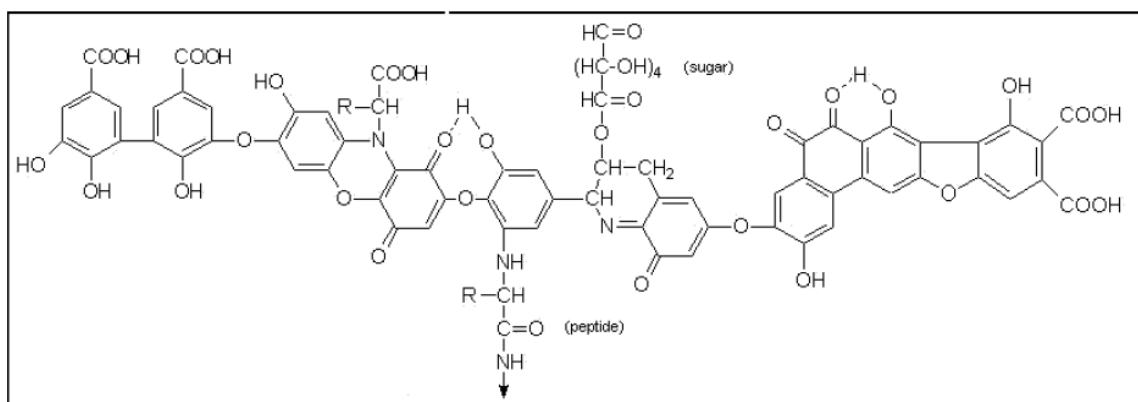


Figura 2. Estructura química del ácido húmico propuesta por Stevenson (1982).

Los Ácidos Fúlvicos

Los AF se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 por ciento) y por su alta solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los fulvoácidos pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida, forman sustancias reductoras y furfural, tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq.100 g de sustancia), actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos R_2O_3 que poseen gran movilidad; por lo tanto, parece ser que ya no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los AH (Meléndez, 2003).

A parte de los AF propiamente dichos, se han descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Datos obtenidos de espectroscopia infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática. Sobre la baja aromatización de los AF, hablan los datos de la composición elemental en el cual el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera al de los AH (Meléndez, 2003). Son polímeros con un anillo aromático, grupos fenólicos y alto contenido de grupos carboxílicos, posee 48 por ciento de oxígeno y tienen alta capacidad de intercambio catiónico (Stevenson 1994; Coyne, 2000).

Según Stevenson (1994), la acidez total de los AF ($900 - 1,400 \text{ cmol.kg}^{-1}$) duplica a la de los AH ($500 - 870 \text{ cmol.kg}^{-1}$); esto, se debe a que estas sustancias tienen mayor contenido en grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), presumiblemente fenólicos. Su estructura se presenta en la Figura 3.

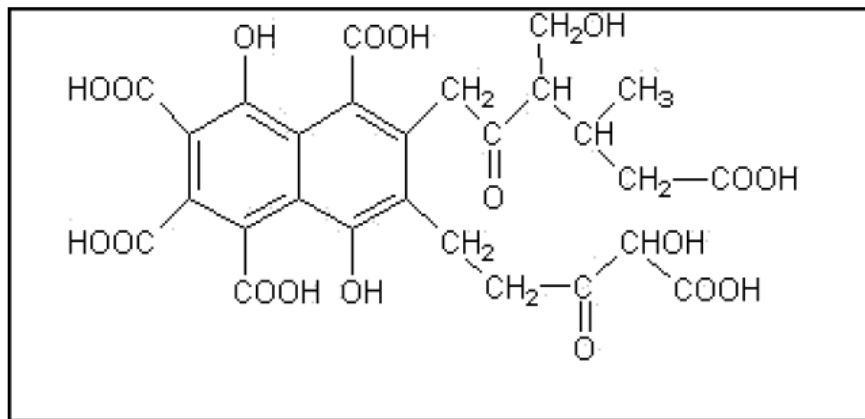


Figura 3. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffleet *al.* (1977).

Según Labrador (2001), los AF presentan una unidad nuclear (estructuras aromáticas de carbono) poco pronunciada, con predominio de cadenas laterales; este predominio, está representado por una relación de estructuras aromáticas/cadenas laterales.

Los AF, son agentes complejantes de cationes metálicos muy importantes, por lo que causan un impacto directo en la disponibilidad y transporte de los mismos (Melo, 2006). Estos compuestos, poseen una relación C/H más baja que los ácidos húmicos y tiene mayor actividad con respecto a los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta (Vaughan *et al.* 1985).

El Magnesio (Mg)

El requisito de Mg para el crecimiento óptimo de las plantas, está en el intervalo de 0.15-0.35 por ciento del peso seco de las partes vegetativas. La clorosis de las hojas totalmente expandidas, es el síntoma visible más obvio de la deficiencia de Mg. Con respecto a su función, en la síntesis de proteínas, la proporción de nitrógeno proteico disminuye y el nitrógeno no proteico aumenta, en hojas deficientes en Mg. Según lo calculado en unidad de clorofila, la tasa de fotosíntesis es menor en

las hojas de las plantas deficientes en magnesio y se acumulan carbohidratos. La aparición de síntomas leves y transitorios por deficiencia de Mg, durante la etapa de crecimiento vegetativo, no está necesariamente asociada con una disminución del rendimiento final, a menos que se produzcan cambios irreversibles, (como la reducción en el número de granos por espiga en los cereales) (Forster, 1980).

El suministro a la raíz de forma insuficiente permanentemente, la removilización de Mg a partir de hojas maduras, reduce la duración del área de la hoja; por ejemplo, en las plantas perennes tales como el abeto de Noruega, donde el Mg y el contenido de clorofila, así como la tasa de fotosíntesis de las agujas mayores, disminuyeron en primavera cuando se desarrollan nuevos brotes (Lange *et al.* 1987). En la última década, el abeto ha presentado evidencia de la deficiencia de Mg y se ha generalizado en los ecosistemas forestales en el centro de Europa (Liu y Huttl, 1991), acentuada por otros factores de estrés, en particular la contaminación del aire (Schelze, 1989) y la acidificación del suelo (Marschner, 1992).

El Magnesio en las Plantas

El Mg, es absorbido por las plantas como ion Mg^{2+} (Marschner, 1986; Mengel y Kirkby, 2000). Este elemento constituye normalmente cerca del 0.5 por ciento de la biomasa total de las plantas (Navarro y Navarro, 2003); sin embargo, las diferentes especies vegetales pueden presentar un rango relativamente amplio en su contenido total (entre 0.07 y 9%) (Larcher, 2003).

Quizá el papel más conocido del Mg en la planta, se relaciona con su aparición en el centro de la molécula de la clorofila, pigmento esencial para que las plantas verdes puedan llevar a cabo la fotosíntesis; pese a ello, la fracción del Mg total asociada a la clorofila es relativamente pequeña, pues sólo representa entre el 15 y 20 por ciento (Mengel y Kirkby, 2000).

Navarro y Navarro (2003), resaltan el hecho de que el Mg, es el único elemento metálico constituyente de la clorofila y mencionan valores similares a los

reportados por Mengel y Kirkby (1987) del Mg clorofílico (10–12%) y Marschner, (1995), menciona que entre otras funciones, regula el pH celular, el balance de catión–anión, síntesis de proteínas, activación de enzimas y transferencia de energía.

Este mismo científico, sugiere que las funciones del Mg en las plantas, se relacionan con su movilidad dentro de las células; la cual se debe a la capacidad de interactuar fuertemente con ligandos nucleofílicos (por ejemplo los grupos fosforil), a través de enlaces iónicos y actúa como un elemento que establece puentes y/o formas complejas de diferentes niveles de estabilidad. Cabe aclarar que no todos los enlaces son iónicos; algunos, como los que se establecen en la molécula de la clorofila, son de tipo covalente.

Navarro y Navarro (2003), basándose en la alta difusión del Mg^{2+} en el floema, explican el por qué este elemento, en contraposición al Ca^{2+} , puede trasladarse fácilmente de las hojas viejas a las jóvenes, cuando se presenta una deficiencia. Con base en la relativa alta movilidad que presenta el Mg^{2+} , no será difícil concluir que los síntomas de deficiencias, se presentan primero en hojas más viejas; las cuales normalmente se caracterizan por una clorosis intervenal (Mengel y Kirkby, 2000; Navarro y Navarro, 2003).

Havlin *et al.* (1999), consideran que aquellos suelos que contienen menos de 25 a 50 $mg.kg^{-1}$ de Mg^{2+} intercambiable, son probablemente deficientes en este nutrimento. La saturación crítica de Mg^{2+} , para el óptimo crecimiento de las plantas, coincide estrechamente con este rango; pero, en la mayoría de los casos el porcentaje de saturación, podría no ser menos de 10 por ciento. Además, es común la ocurrencia de deficiencias de Mg^{2+} en suelos ácidos con altas tasas de aplicación de sales bajas en Mg; así mismo, cuando se realiza un suministro elevado de fertilizantes amoniacales o potásicos, en cultivos con alta demanda de Mg.

El Magnesio en el Suelo

El Mg, es el octavo elemento más común en la litosfera, con una concentración promedio cercano a 2.1 por ciento. Pese a lo anterior, y como consecuencia de la meteorización de minerales de Mg relativamente solubles, su concentración en los suelos es de tan solo 0.5 por ciento, hecho que indica una pérdida de éste representada en $\frac{3}{4}$ partes del total (Barber, 1995). También, este último investigador, dice que dados los diferentes grados de alteración de los materiales parentales, los contenidos de Mg^{2+} varían enormemente. En este sentido Havlin *et al.* (1999), reportan valores bajos (0.1%) para suelos de textura gruesa en regiones húmedas y valores altos (4%), para suelos con texturas finas en zonas áridas o semiáridas, formados a partir de materiales parentales ricos en Mg^{2+} .

El Mg es constituyente de numerosos minerales, mayoritariamente silicatos: los más frecuentes son la biotita ($Si_3O_{10}AlK(MgFe)_3(OH)_2$), serpentinas ($Si_2O_9Mg_3H_4$) y olivino (SiO_4FeMg). También, se encuentran formando parte de los minerales secundarios arcillosos como clorita, vermiculita y montmorillonita. En algunos suelos, el Mg también está presente como magnesita ($MgCO_3$) y dolomita ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$). Adicionalmente, la descomposición de la MO puede contribuir a la incorporación de este nutriente al suelo (Navarro y Navarro, 2003).

El Mg^{2+} en el suelo, puede estar básicamente en tres formas: i) como constituyente de minerales, ii) como catión intercambiable en el complejo de cambio y iii) en la solución del suelo; lo anterior, sin tener en cuenta que pequeñas cantidades de Mg se encuentran presentes en la fracción orgánica (Barber, 1995).

Navarro y Navarro (2003), refiriéndose a la disponibilidad del Mg^{2+} , catalogan las formas inorgánicas de la siguiente manera: Mg lentamente asimilable (no intercambiable), Mg^{2+} asimilable (intercambiable) y Mg^{2+} rápidamente asimilable (solución del suelo).

La concentración normal de Mg^{2+} en la solución del suelo, en las regiones templadas, varía entre 5 y 50 $mg \cdot kg^{-1}$ (Havlin *et al.* 1999). Estos mismos investigadores, comentan que las concentraciones en el complejo de cambio, fluctúan según el material parental, tipo de arcilla, la textura, presencia de

otros cationes, la acidez, la lluvia, extracción por los cultivos y los aportes vía fertilización y enclavamiento. En este sentido, las deficiencias de Mg^{2+} , tienden a ocurrir cuando los suelos son ácidos, arenosos, altamente lavados y con baja capacidad de intercambio catiónico (CIC); en suelos calcáreos, el nivel es inherentemente bajo.

El Mg^{2+} intercambiable, es por lo general del orden del cinco por ciento del Mg total, constituye normalmente entre el cuatro y 20 por ciento de la CIC, valor considerablemente menor que el de Ca^{2+} (80%) y mayor que el de K^+ (cerca de 4%) (Mengel y Kirkby, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área Experimental

El trabajo, se realizó en uno de los invernaderos ubicada en el Departamento de Ciencias del Suelo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: 25° 23' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, a la altitud de 1742 msnm (Figura 3).

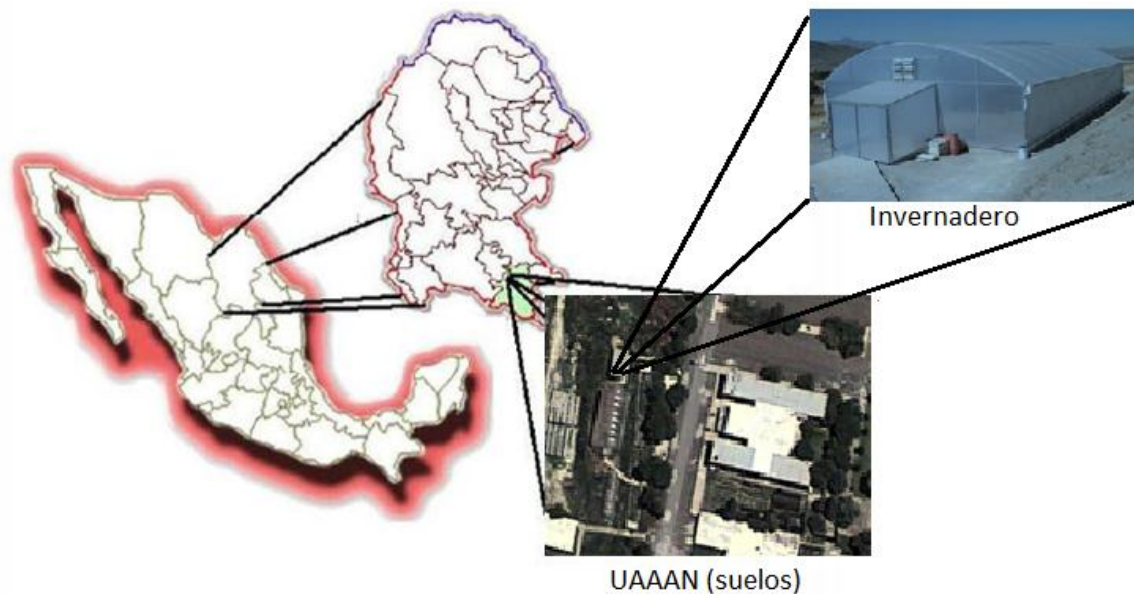


Figura 4. Localización del área experimental.

Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron semilla de higuierilla silvestre, colectadas en la carrera federal de la ciudad de San Luis Potosí a Ciudad Valles, San Luis Potosí, ubicada a los 22° 02'51" de Latitud Norte, 100° 26' 05" de Longitud Oeste y a la altura de 1199 m.s.n.m.

Una vez colectadas, las semillas de mayor dimensión, fueron seleccionadas y se les practicó un tratamiento hidrotérmico, que consistió en colocarlas a "Baño María", donde el agua se mantuvo a la temperatura de 40 °C y la semilla se mantuvo durante 15 minutos. La finalidad del tratamiento hidrotérmico, fue de desinfectar la semilla; es decir, para evitar en lo mayor posible el ataque de microorganismos patógenos y ocasionar que el embrión se activara y germinara con mayor facilidad. Realizado lo anterior, se dejaron enfriar y fueron sembradas en charolas de poliestireno de 200 cavidades, en la forma de "tresbolillo", que contenían como sustrato la mezcla de "peatmoss" con "perlita" (relación 1:1 v/v).

Después de la siembra, se efectuaron dos aplicaciones de los tratamientos que se presentan en el Cuadro 3. Cuando las plántulas contaron con un par de hojas verdaderas bien desarrolladas (8-10 cm de longitud), se trasplantaron a macetas de plástico, que contenían un kilogramo de un suelo Calciisol. Después de tres días del trasplante, se aplicaron como tratamientos ácidos húmicos solos, ácidos fúlvicos solos, ácidos húmicos más magnesio al uno y dos por ciento y ácidos fúlvicos más magnesio al uno y dos por ciento. Como testigos, se tomaron ácidos fúlvicos, ácidos fúlvicos + NPK, ácidos húmicos, ácidos húmicos + NPK, magnesio solo y magnesio + NPK. Como fuente de magnesio, se empleó el sulfato de magnesio.

El trabajo se distribuyó de acuerdo al Diseño Experimental Completamente al Azar, con 20 tratamientos y 10 repeticiones. Las variables medidas fueron: peso fresco (PFH) y seco (PSH) de hoja; peso fresco (PFT) y seco (PFT) de tallo; peso fresco (PFR) y seco (PFR) de raíz. Al tejido vegetal de follaje, el potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe) y Zinc (Zn) (Espectrofotómetro de absorción atómica, Modelo Varian A-5).

A los datos generados por la medición de estas variables, se les efectuó el análisis estadístico, el que consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias, mediante Tukey ($P \leq 0.05$); es decir, al 95 por ciento de confianza; para ello, se empleó el Paquete Estadístico R. La distribución de los datos fue anormal, por lo que se realizaron transformaciones esto se llevó a cabo, mediante el método de Box-Cox Transformations for Linear Models.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Nºtratamiento	Clave	Dosis
T1	AF +AH +Mg 2%	AH2 + Mg2 y AF2 + Mg2
T2	AF +AH+Mg 2%+NPK	AH2 +Mg2, AF2 + Mg2 y N, P, K
T3	AF+AH+Mg 1%	AH2 +Mg1 y AF2 +Mg1
T4	AF+AH+Mg 1%+NPK	AH2 +Mg1, AF2 +Mg1y N, P, K
T5	AF+AH	AH2 + AF2
T6	AF+AH+NPK	AH2 + AF2 y N, P, K
T7	AF-T	AF2
T8	AF+NPK-T	AF2 y N, P, K
T9	AF+Mg 1%	AF2 +Mg1
T10	AF+Mg 1%+NPK	AF2 +Mg1 + N, P, K
T11	AF+Mg 2%	AF2 +Mg2
T12	AF+Mg 2%+NPK	AF2 +Mg2 + N, P, K
T13	AH+Mg 2%	AH2 +Mg2
T14	AH+Mg 2%+NPK	AH2 +Mg2 y N, P, K
T15	AH+Mg 1%	AH2 +Mg1
T16	AH+Mg 1%+NPK	AH2 +Mg1 yN, P, K
T17	AH-T	AH2
T18	AH+NPK-T	AH2 + N, P, K
T19	Mg-T	Mg
T20	Mg+NPK-T	Mg+ N, P, K

AH: ácido húmico, AF: ácido fúlvico, T: Testigo, Mg: Magnesio, N: Nitrógeno, P: Fósforo, K: Potasio.
N= 1.31%, P = 4.21 %, K= 3.46%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso Fresco de Raíz

En el peso fresco de raíz (PFR), de la plántula de higuera, de acuerdo al análisis de varianza los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 4). Así, se tiene que al agregar la mezcla de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y el magnesio al dos por ciento (AF+ AH + Mg 2 %), el valor fue superior a que cuando se agregó la misma mezcla, solo que con fertilizantes a base de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El resultado, fue similar cuando se adicionaron los ácidos húmicos con los fertilizante NPK (AH + Mg 2% y AH + Mg 2% + NPK) y los mismos ácidos solos y con los elementos NPK (AH y AH + NPK). Situación contraria, sucedió con la aplicación de todo el resto de los tratamientos. Cuando se aplicó el magnesio sin sustancias húmicas, con los fertilizantes NPK, se superó al tratamiento más inferior en 12 por ciento y fue el de ácidos húmicos con magnesio al dos por ciento y los fertilizantes NPK (AH + Mg 2% + NPK) (Figura 5).

Cuadro 4. Análisis de varianza de peso fresco de raíz en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	0.087079	0.0045831	2.6921	0.0003477**
Error	180	0.306436	0.0017024		
Total	199				

C.V= 4.79 %

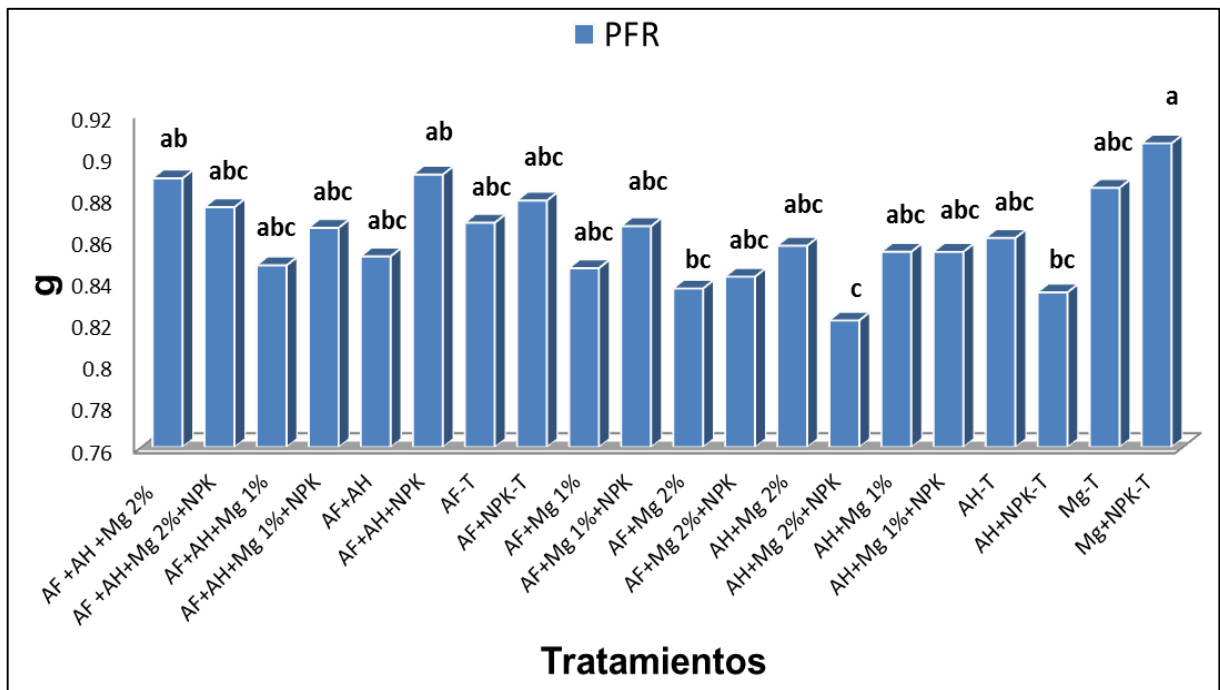


Figura 5. Peso fresco de raíz de plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Peso Fresco del Tallo

Al igual que en la anterior variable; aquí, los tratamientos ejecutaron efecto altamente significativo, en el peso fresco de tallo (PFT) (Cuadro 5). A partir de la Figura 6, se puede establecer que, con la adición de todos los tratamientos, sin los fertilizantes a base de NPK, los valores sobrepasaron a los presentados a que, cuando se agregaron los fertilizantes. Aquí, cuando se aplicaron los ácidos fúlvicos solos (AF-T), se superó a todos los demás tratamientos y el valor más inferior fue con el ácido húmico, más magnesio al dos por ciento y los fertilizantes (AH + Mg 2% + NPK), ya que éste, se vio adelantado en 118 por ciento por el anterior tratamiento.

Cuadro 5. Análisis de varianza de peso fresco de tallo en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	0.44962	0.0236642	10.009	<2.2e-16**
Error	180	0.42559	0.0023644		
Total	199				

C.V= 5.07%

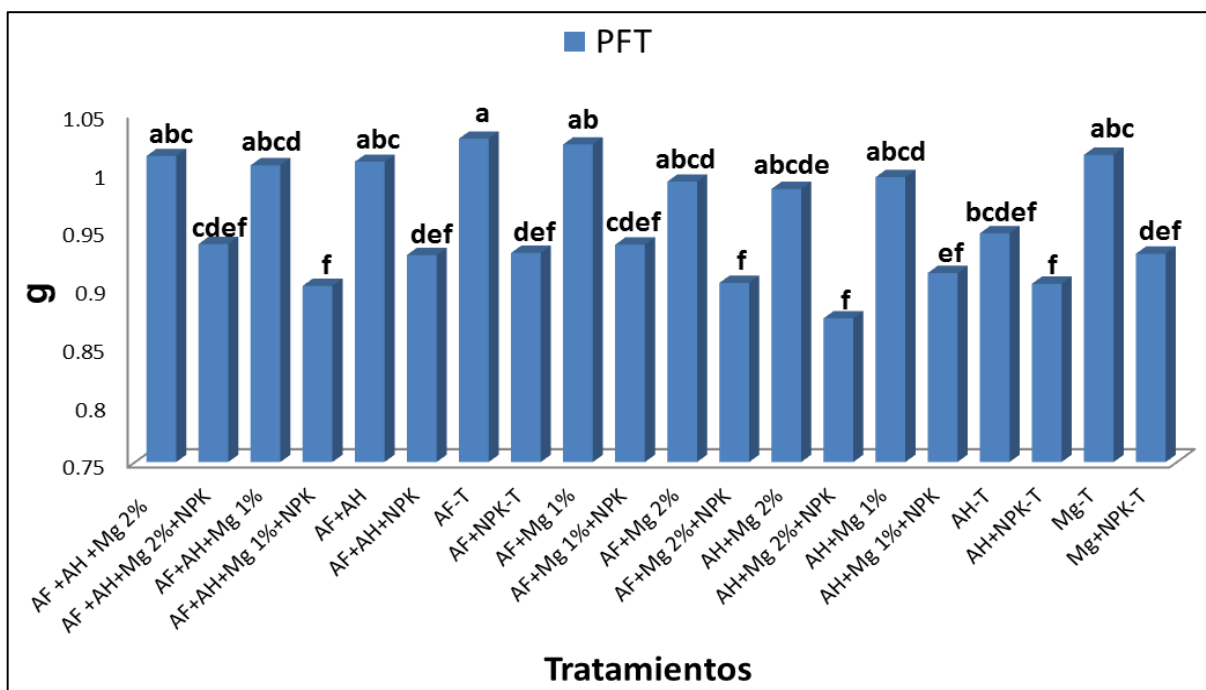


Figura 6. Peso fresco de tallo de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Peso Fresco de la Hoja

En el Cuadro 6, se puede observar que los tratamientos, realizaron efecto altamente significativo, al realizar el análisis de varianza del peso fresco de hoja (PFH). Con base en la Figura 7, se puede determinar que, con la adición de todos los tratamientos, con los fertilizantes a base de NPK, los valores sobrepasaron a los presentados, que cuando no se agregaron los fertilizantes. También, con la adición de la mezcla de los ácidos fúlvicos, los ácidos húmicos, el magnesio al uno por

ciento, más los fertilizantes NPK (AF + AH + Mg 1% + NPK), se aventajó al mismo tratamiento, solo que con el magnesio al dos por ciento (AF + AH + Mg 2% + NPK) y al tratamiento donde se aplicó el magnesio más los fertilizantes a base de NPK (Mg + NPK-T), en cuatro por ciento.

Cuadro 6. Análisis de varianza de peso fresco de hojas en plántulas de higuierilla, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	0.15361	0.0080848	11.521	<2.2e-6***
Error	180	0.12631	0.0007017		
Total	199				

C.V= 2.59%

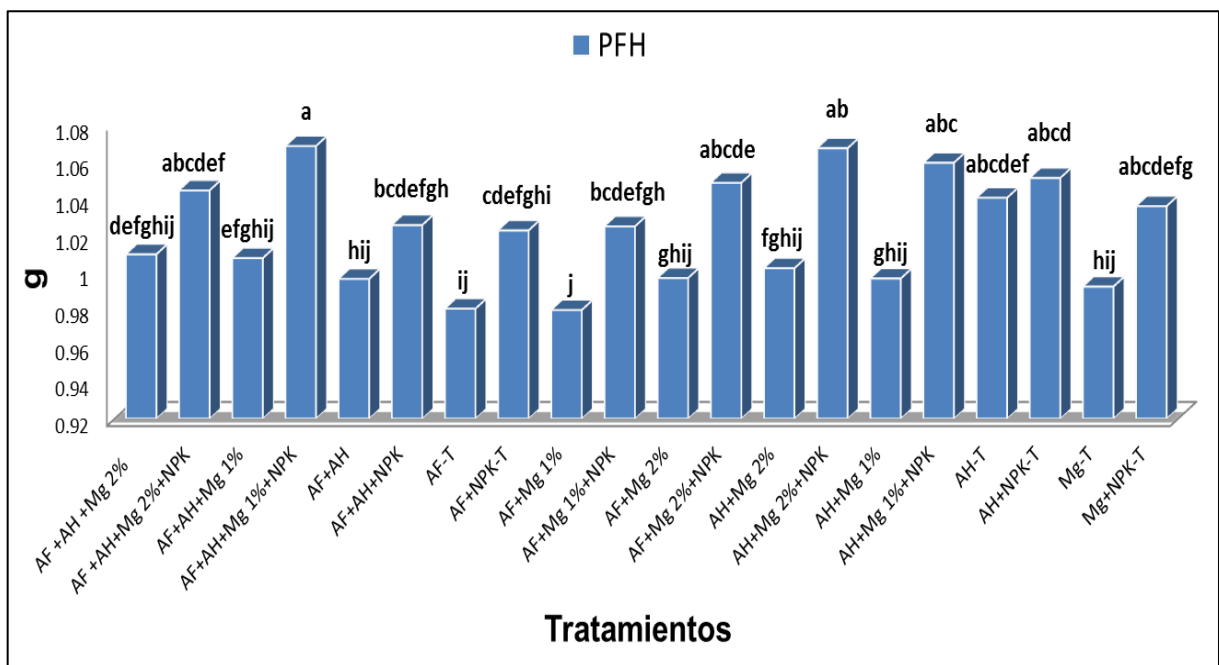


Figura 7. Peso fresco de hojas en plántulas de higuierilla, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Peso Seco de Raíz

En el peso fresco de raíz (PSR), de acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 7). Así, se tiene que al agregar el magnesio (AF+ AH + Mg 2 %), el valor fue superior a que cuando se agregó la misma mezcla, solo que con fertilizantes a base de NPK. El resultado, fue similar cuando se adicionaron los ácidos húmicos con los fertilizantes NPK (AH + Mg 2% y AH + Mg 2% + NPK) y los mismos ácidos, pero sin substancia húmica y con los elementos NPK (AH y AH + NPK). Situación contraria, sucedió con la aplicación de todo el resto de los tratamientos. Cuando se aplicó el magnesio sin sustancias húmicas, pero con los fertilizantes NPK, se superó al tratamiento más inferior en nueve por ciento y fue el de ácidos húmicos con magnesio al dos por ciento y los fertilizantes NPK (AH + Mg 2% + NPK) (Figura 8).

Cuadro 7. Análisis de varianza de peso seco de raíz en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	0.067258	0.0035399	2.6947	0.0003432***
Error	180	0.236461	0.0013137		
Total	199				

C.V= 4.12%

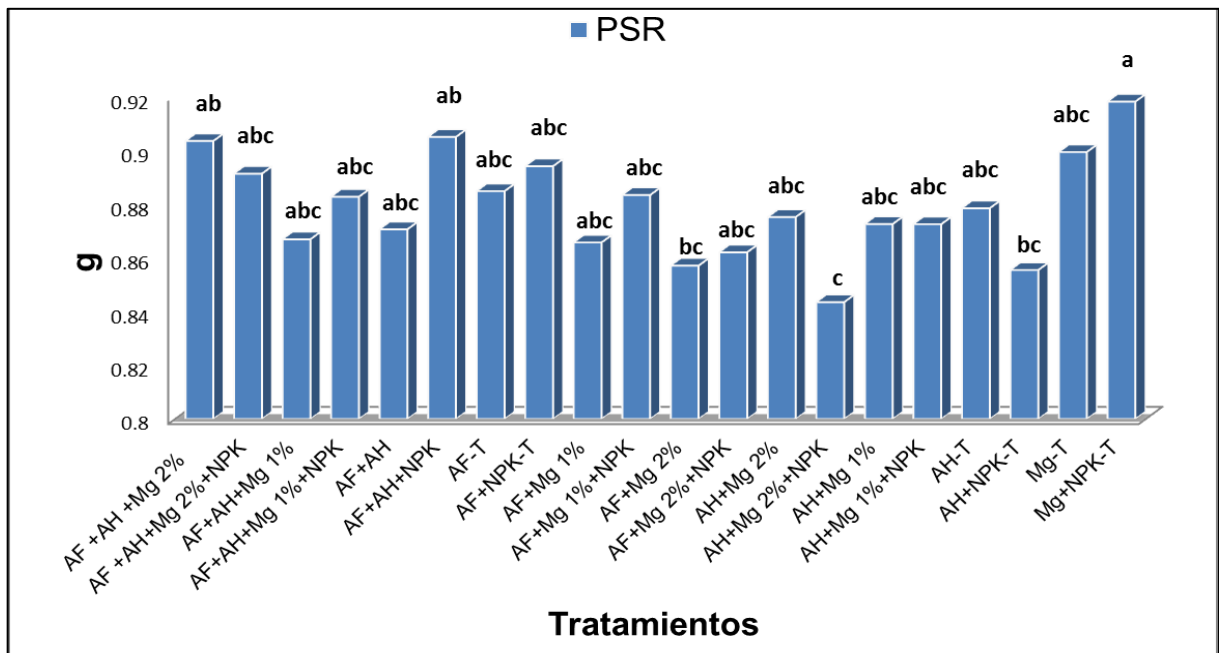


Figura 8. Peso seco de raíz en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Peso Seco de Tallo

Al igual que en la anterior variable; aquí, los tratamientos ejecutaron efecto altamente significativo, en el peso seco de tallo (PST) (Cuadro 8). A partir de la Figura 9, se puede establecer que, con la adición de todos los tratamientos, con los fertilizantes a base de NPK, los valores sobrepasaron a los presentados a que, cuando no se agregaron los fertilizantes. Aquí, cuando se aplicó la mezcla de los ácidos fúlvicos, los ácidos fúlvicos y los fertilizantes a base de NPK (AF + AH + NPK), se superó a todos los demás tratamientos; el valor más inferior se presentó al agregar la mezcla de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, más magnesio al dos por ciento (AF + AH + Mg 2%), ya que éste, se vio adelantado en 17 por ciento por el anterior tratamiento.

Cuadro 8. Análisis de varianza de peso seco de tallo en plántulas de higuerrilla, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	0.33129	0.0174362	10.321	<2.2e-16**
Error	180	0.30409	0.0016894		
Total	199				

C.V= 4.61%

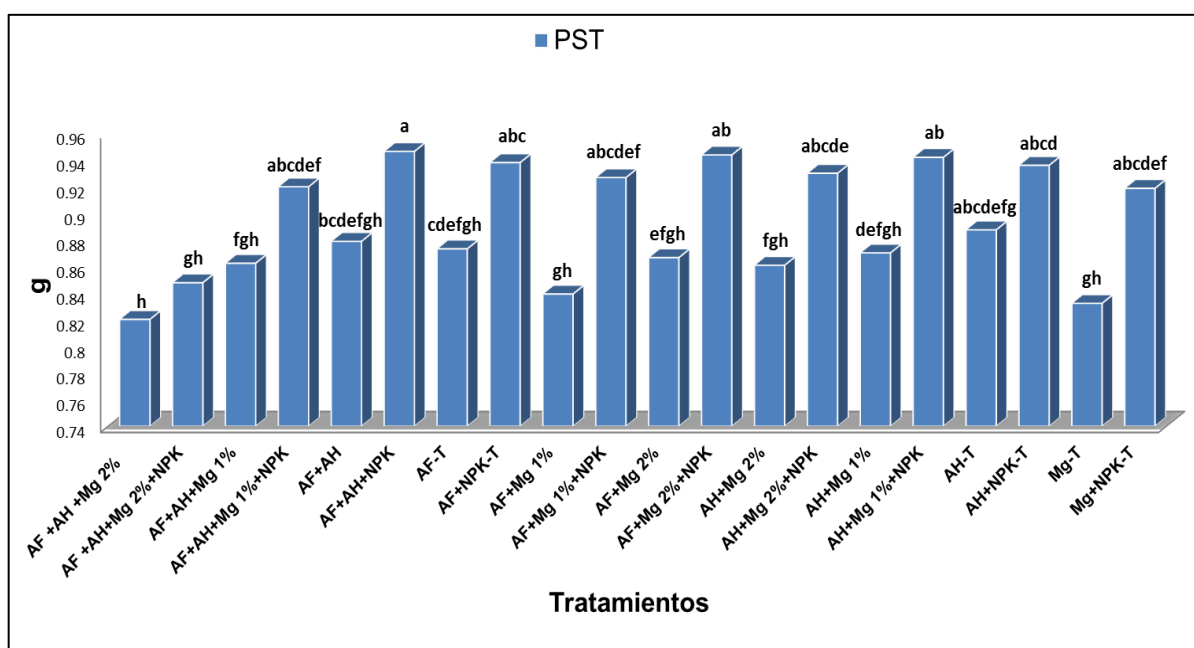


Figura 9. Peso seco de tallo en plántula de higuerrilla, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Peso Seco de la Hoja

En esta variable, al realizar el análisis de varianza, se presentó efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 9). Con base en la Figura 10, se puede determinar que, en todos los tratamientos, sin la adición de los fertilizantes a base de NPK, los valores sobrepasaron a los presentados, que cuando se agregaron los fertilizantes. Además, con la adición de la mezcla de los ácidos fúlvicos, los ácidos húmicos y el magnesio al dos por ciento (AF + AH + Mg 2%) y el magnesio sin

compuesto húmico, se aventajó al mismo tratamiento, solo que con el magnesio al uno por ciento (AF + AH + Mg 1%), en 26 por ciento y al tratamiento donde se aplicó el magnesio más los fertilizantes a base de NPK (Mg + NPK-T), en 53 por ciento.

Cuadro 9. Análisis de varianza de peso seco de hoja en plántulas de higuierilla, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	20.130	1.05949	8.438	<2.2e-16***
Error	180	22.601	0.12556		
Total	199				

C.V= 21.03 %

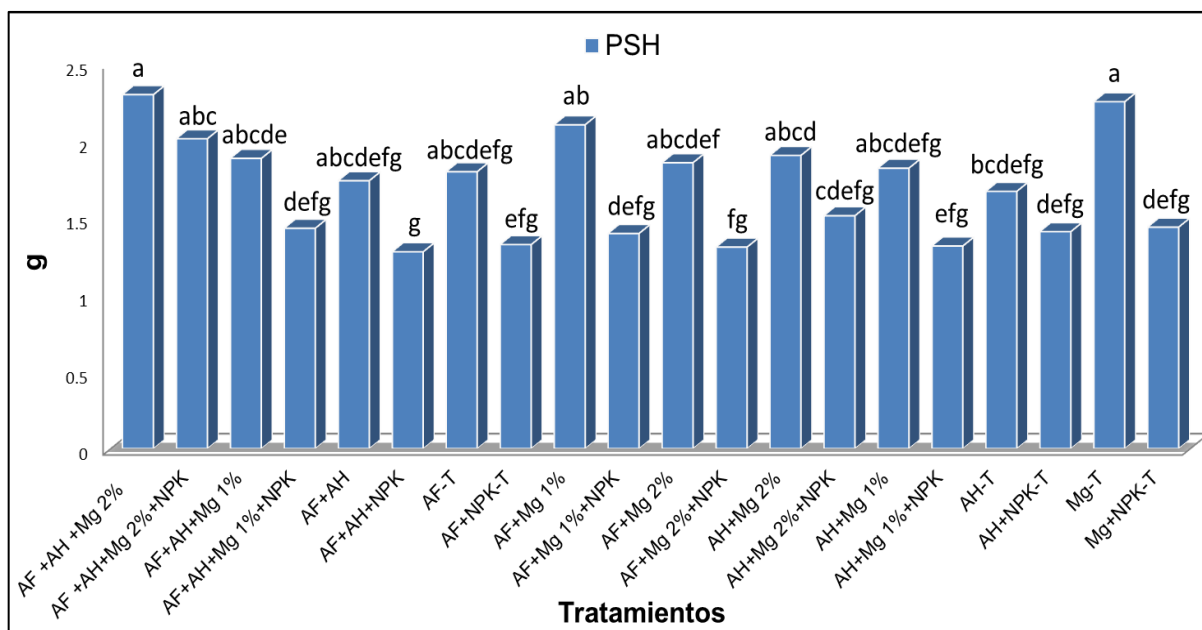


Figura 10. Peso seco de la hoja en plántula de higuierilla, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Potasio (K)

Al realizar el análisis de varianza de los contenidos de K, en el tejido vegetal de follaje, se encontró que los tratamientos, realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 10). Con la agregación de los tratamientos donde se sumaron los fertilizantes, se presentaron las cuantías superiores. Así, al aplicar la mezcla de los ácidos fúlvicos y los ácidos húmicos, con el magnesio al dos por ciento y los fertilizantes NPK (AF + Mg 2% + NPK y AH + Mg 2% + NPK), se adelantó a los mismos tratamientos, solo que sin la fertilización química en 100 y 115 por ciento, respectivamente (Figura 11).

Cuadro 10. Análisis de varianza del potasio en plántulas de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	1788383714	94125459	47.9411	<2e-16***
Error	2	1542061	771031	0.3927	0.6779
Total	38	74607600	1963358		

C.V= 7.68 %

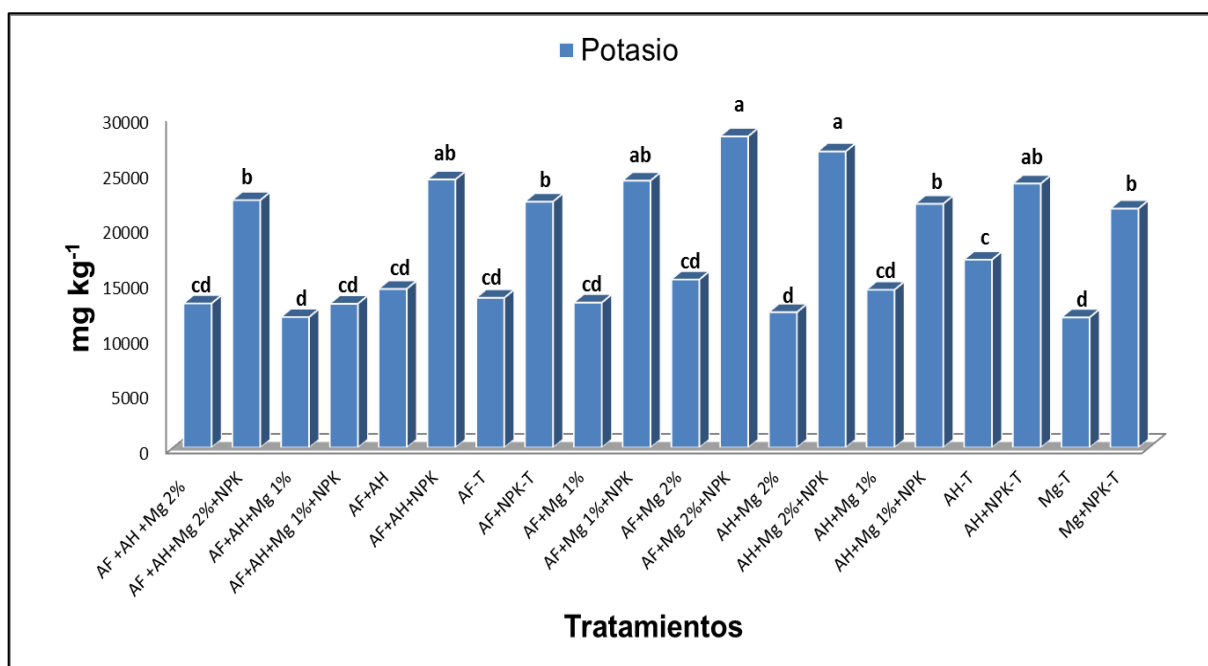


Figura 11. Contenido de potasio en el tejido vegetal de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Zinc (Zn)

En el Cuadro 11, al efectuar el análisis de varianza, se establece que los tratamientos realizaron efecto significativo en el contenido de Zn del tejido vegetal de follaje, de la planta de higuera. Cuando se aplicaron los ácidos fúlvicos, los ácidos húmicos y el magnesio al dos por ciento (AF + AH + Mg 2%); los ácidos fúlvicos y los ácidos húmicos (AF + AH); los ácidos fúlvicos (AF-T); los ácidos húmicos más el magnesio al uno por ciento (AH + Mg 1%) y los ácidos húmicos solos (AH-T), los valores superaron al resto de los tratamientos. Al agregar el primer tratamiento mencionado, se alcanzó el valor superior y el más inferior fue al aplicar solo el magnesio (Mg-T), ya que fue aventajado en 100 por ciento (Figura 12).

Cuadro 11. Análisis de varianza del zinc en tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	3272.5	172.235	1.9353	0.04108*
Error	2	205.2	102.585	1.1527	0.32658
Total	38	3381.9	88.997		

C.V = 22.26 %

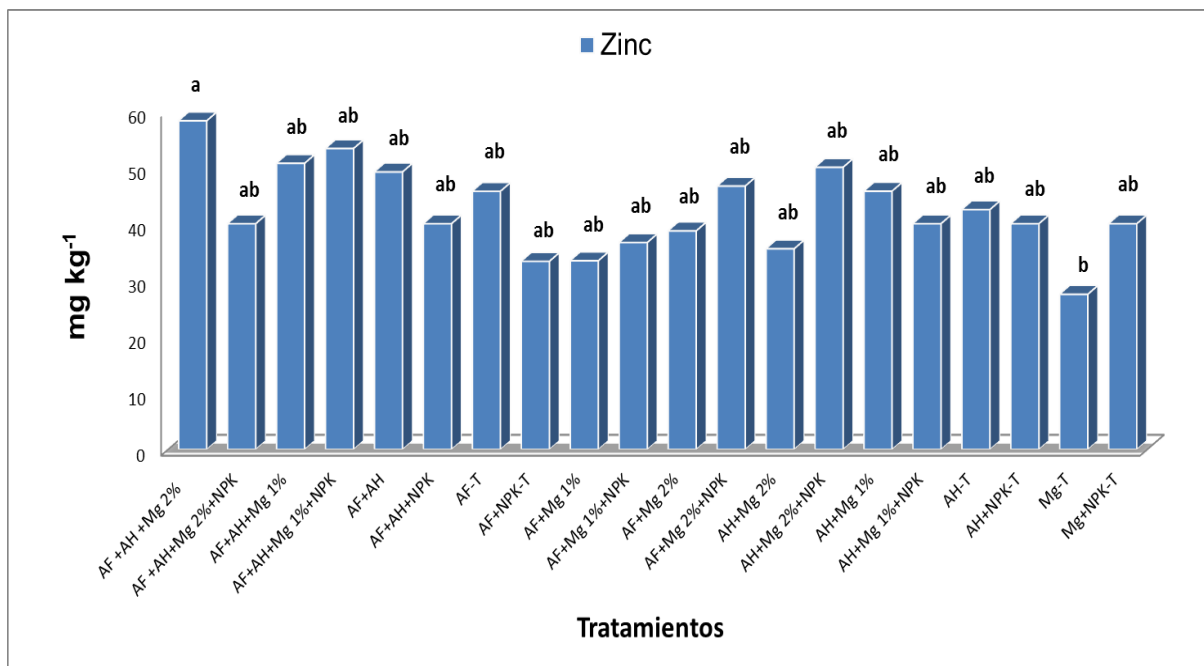


Figura 12. Contenido de zinc en el tejido vegetal de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Fierro (Fe)

Al efectuar el análisis de varianza, del contenido de Fe en el tejido vegetal de follaje, no se encontró efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 12); sin embargo, de forma gráfica se puede establecer que, al aplicar los tratamientos de los ácidos fúlvicos, con el magnesio a ambos porcentajes y con los fertilizantes químicos a base de NPK, sobrepasaron a los tratamientos, donde no se agregaron los fertilizantes químicos. Todo lo contrario, sucedió con la aplicación de los demás tratamientos (Figura 13).

Cuadro 12. Análisis de varianza del hierro en el tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	165189	8694.2	1.1331	0.3601 NS
Error	2	18174	9086.9	1.1843	0.3170
Total	38	291561	7672.7		

C.V= 46.51%

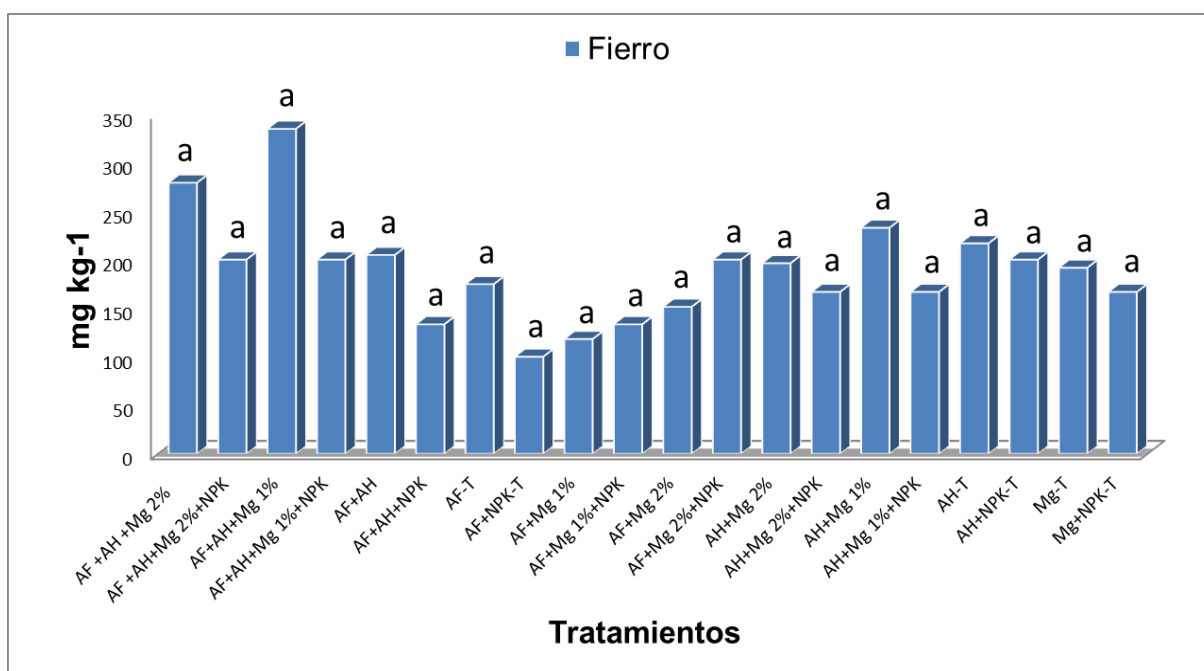


Figura 13. Contenido de hierro de tejido vegetal de follaje, en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Magnesio (Mg)

En este nutriente, al efectuar el análisis de varianza, se encontró que hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 13), Aquí, de acuerdo con la Figura 14, se tiene que los valores superiores, se presentaron al aplicar los tratamientos donde no se agregaron los fertilizantes químicos a base de NPK; con excepción de los tratamientos a base de ácidos fúlvicos con magnesio al uno por ciento (AF + Mg 1%) y el mismo tratamiento, solo que con los fertilizantes químicos

(AF + Mg 1% + NPK), ya que aquí la respuesta fue a la inversa. Al adicionar los ácidos fúlvicos con el magnesio al dos por ciento, se superó a todos los demás tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza de magnesio en el tejido vegetal de follaje, en plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	50847922	2676206	2.7358	0.00406**
Error	2	246879	123439	0.1262	0.88182
Total	38	37172160	978215		

C.V = 11.86 %

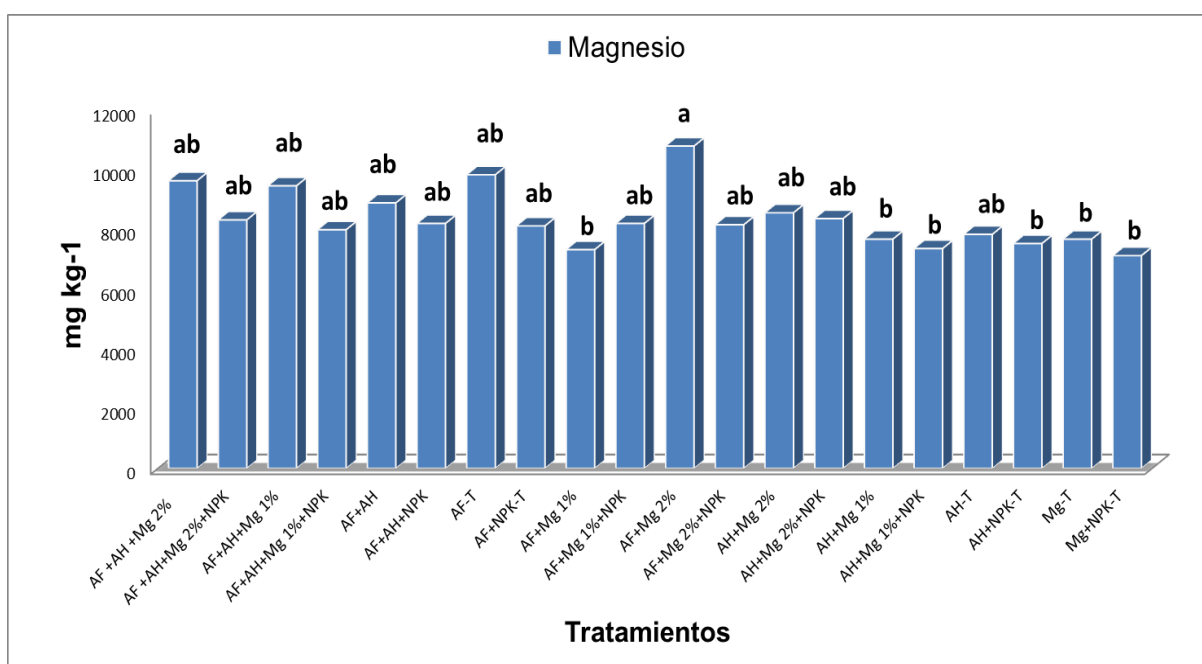


Figura 14. Contenido de magnesio en el tejido vegetal de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

Calcio (Ca)

En el Cuadro 14, se presenta que al realizar el análisis de varianza de este nutrimento, se presentó efecto altamente significativo y al aplicar la mezcla de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, el magnesio al dos por ciento, más los fertilizantes químicos, se presentaron los superiores valores; mientras que, con la agregación de los ácidos fúlvicos y los fertilizantes químicos de NPK, fueron las cuantías más inferiores (Figura 15).

Cuadro 14. Análisis de varianza de calcio en el tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	19	1154545252	60765540	2.9439	0.002259**
Error	2	80315725	40157863	1.9455	0.156886
Total	38	784363964	20641157		

C.V= 19.71 %

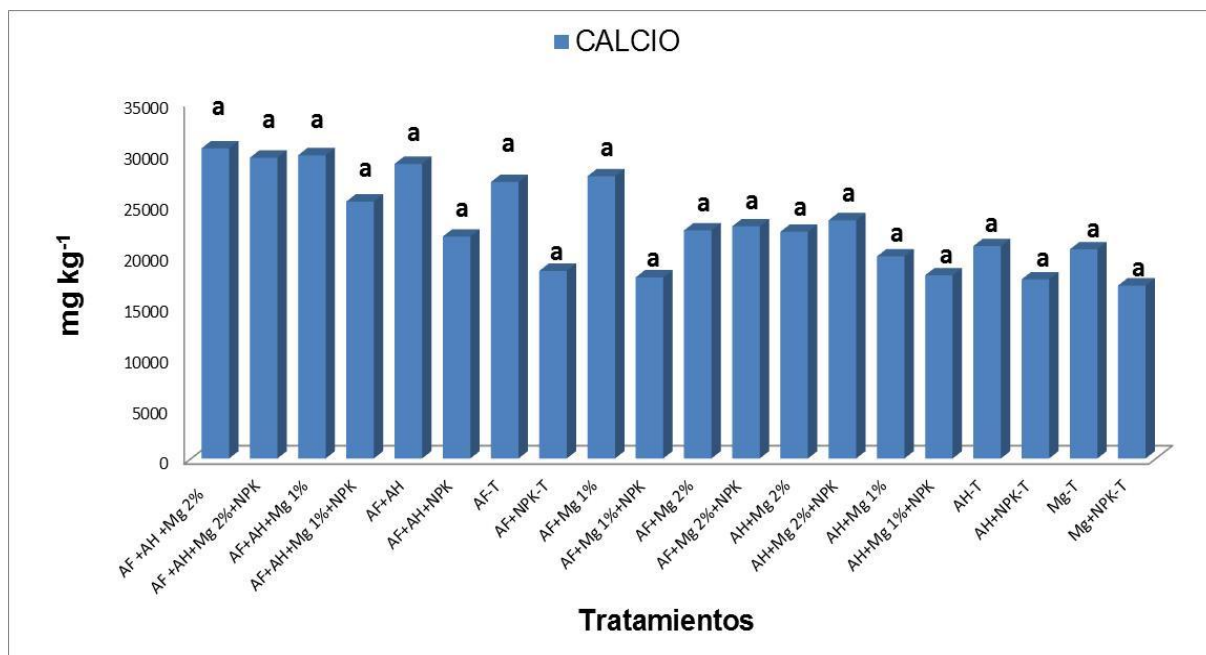


Figura 15. Contenido de calcio en el tejido vegetal de follaje, de plántula de higuera, con la adición de humatos y fulvatos de magnesio.

De forma general se tiene que para peso fresco y seco de tallo y hoja existen buenos efectos, esto concuerda con Vaughan y Malcolm, 1985; Van de Venter, et. al. 1991, donde dicen que 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. También Aganga y Tshwenyane (2003), determinan que los ácidos húmicos activan procesos bioquímicos en plantas, como la respiración y la fotosíntesis, con lo que se incrementa el contenido de clorofila y el desarrollo de raíces, lo que conlleva a una mayor absorción de nutrimentos, calidad y rendimiento de muchas plantas. En el caso de los nutrimentos al igual que las variables anteriores se obtuvieron efectos favorables y esto concuerda con lo descrito por Sanchez 2002 que nos dicen que con la aplicación localizada de sustancias húmicas aplicados en cultivos de tomate, limón y uva, se mejora la nutrición de macronutrientes como potasio, calcio, magnesio o fósforo, y Zachariakis 2001 que afirma que la presencia de sustancias húmicas aumenta los niveles de fósforo y potasio, en raíces así como niveles de calcio, manganeso y zinc en hojas. También se pueden apreciar los efectos de la fertilización en cada uno de los tratamientos y esto podemos asociarlo con lo descrito por Marschner (1995) que señala que el suministro de nutrimentos influye en el crecimiento, morfología y distribución de las raíces y parte aérea de la planta.

CONCLUSIÓN

Los humatos y fulvatos de magnesio, realizaron efecto positivo en el peso fresco y seco de la hoja y en el peso seco de tallo y también en los nutrimentos, medidos al tejido vegetal de follaje, de la plántula de higuera.

LITERATURA CITADA

- Albuzio, A., Ferrari, G., Nardi, S. 1986.** Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Science*, 66: 731-736.
- Aloni, B., Pashkar, L. Karni. 1991** Nitrogen supply influences carbohydrate partitioning of pepper seedlings and transplant development. *American Society for Horticultural Science* 116(6); 995-999.
- Aza, A. E. 2001.** Efecto de Ácidos Fúlvicos de dos orígenes en el Tomate. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P. 42.
- Barber, S.A. 1995.** Soil nutrient bioavailability; a mechanistic approach. John Wiley y Sons. New York. 414 p.
- Beltrão, N. E. de M. 2002.** Crescimento e desenvolvimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). Comunicado Técnico 146. Embrapa. Campina Grande, PB. Dezembro. 4p.
- Beltrão, N. E. de M., Silva, L. C., Vasconcelos, O. L., Azevedo P., D. M. de Vieira, D. J. 2001.** Fitologia. En: Pedrosa de A., M, Lima F., E. Ed. O agronegocio da mamona no Brasil. Embrapa Algodão, Campina Grande. pp. 37-61.
- Benedetti, A., 1990 y 1992.** Fertilization with NPK and humate-NPK: plant yield and nutrient dynamics. *Suelo y Planta*. 2:203-214.
- Buffle, J., Greter, F., Haerdi, W. 1977.** Measurement of complexation properties of humic and fulvic acids in natural waters with lead and copper ion-selective electrodes. *Anal. Chem.* (49) 2:216-222.
- Cadahia, C. 1998.** Fertirrigacion Cultivos Hortícolas y Ornamentales. España.

- Cardona, A., C. A., Orrego A., C. E., Gutierrez M., L. F. 2009.** La higuera: una alternativa agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Ed. Artes Gráficas Tizán. 8
- Cepeda, J. M. 1992.** Química de suelos, México, Ed. Trillas.
- Ceron, C. 1993.** Etnobotánica del Ecuador. Ediciones ABYA_YALA. Quito. EC. p.12.
- Chen, Y., Aviad, T. 1990.** Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop science, selected readings. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America (Eds.). Madison, Wisconsin, U.S.A. Pp. 161 – 186.
- Chen, Y., Aviad, T. 1990.** 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.).
- Coyne, M. 2000.** Microbiología de suelo: un enfoque exploratorio. Ed. Paraninfo. Madrid, España. P. 416.
- CSICSOR, J., GERSE, J., TITKOS, A. 1994.** The biostimulant effect of different humic substance fractions 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
- David, P. P., Nelson, P.V., Sanders, D. C. 1994.** A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of Plant Nutrition 17 (1) 173 – 184.
- De Gracia, J., P. A. Tottonell, A. Chiesa. 2008.** Nitrogen Fertilization methods affect growth of sweet pepper transplants. Acta Horticulturae 782:193-199.
- De Saussure, T. 1804.** Recherches chimiques sur la végétation. Paris.
- Fernandez, V. H. 1968.** The action of humic acids of different sources on the development of plants and their effect on increasing concentration of the

nutrient solution. *Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia*. 32: 805 – 850.

Florenza, P., y Martínez, J. 1991. Horticultura y materia orgánica. *Horticultura* 66: 42 – 50.

Forset, H. 1980. Einfluss von unterschiedlich starkem Magnesiummangel bei Gerste auf den Ertrags- und Qualitätsmerkmale der Zuckerrübe. *Landwirtsch. Forsch. Sonderch.* 25 (II). 99-105.

Furter, M., J. Dekker and J. Henning. 1996. Stimulation of Seedling Growth by Coal-derived Oxifulvic Acid. Part I. *Journal of the Southern African for Horticultural Science*. 6:2, 95-96.

García, C. 1990. Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia

Gjessing E. T. (1976) Physical and Chemical Characteristics of Aquatic Humus. Ann Arbor Science. Michigan, Estados Unidos.

González, A. A. 2009. Evaluación de genotipos de higuera (*Ricinus communis* L.) en el sur de Jalisco. Memoria: Crisis alimentaria y energética: Retos para el Siglo XXI. Reunión Anual de la Sociedad del PCCMCA San Francisco de Campeche, México. Resumen. P. 116

Grajales, S. M., Ruiz C. P., Zamarripa, C. A. 2009. Evaluación de rendimiento y caracterización agronómica de 20 colectas de higuera (*Ricinus communis* L.) en la Cuenca Cahoacán del Soconusco Chiapas. Memoria: Crisis alimentaria y energética: Retos para el Siglo XXI. Reunión Anual de la Sociedad del PCCMCA San Francisco de Campeche, México. Resumen. P. 117

Guminsky, S., Sulej, J., Glabiszewski, J. 1983. Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 52, 149 – 164.

- Guzmán M, A Sanchez. 2003.** Influence of nitrate and calcium increments on development, growth and early yield in sweet pepper plants. *Acta Horticulturae* 609:207-211.
- Havlin, J. L.; Beaton, J.D.; Tisdale, S.L.; Nelson, W.L. 1999.** Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management. 6. ed. Upper Saddle River (Estados Unidos), Prentice Hall. 499 p.
- Kononova M. M. 1966.** Soil Organic Matter. Pergamon; Elmsford, Nueva York.
- Labrador, M. J. 2001.** La materia orgánica en los ecosistemas. Madrid, España. P. 293.
- Lange, O. L., Zellner, H., Schrameli, P., Kosther, B AND Czygan, F. C. 1987.** Photosynthetic capacity, chloroplast pigments, and mineral content of the previous year's needles with and without the new flush: analysis of the forest-decline phenomenon of needle bleaching. *Oecologia (Berlin)* 73, 351-357.
- Larcher, W. 2003.** Physiological plant ecology; Ecophysiology and stress physiology of functional groups. Fourth edition. Springer. 513 p.
- Liu, J. C. and Huetl, R. F. 1991.** Relations between damage symptoms and nutritional status of Norway spruce stands (*Picea abies* Karst) in southwestern Germany. *Fert. Res.* 27, 9-22.
- Lulakis, M. 1995.** Effect of Humic Substances from vine-canes Mature Compost on Tomato Seedling Growth. *Bioresource Technology.* 54:2; 179-182.
- Marschner, B., Starhr, K. and Renger, M. 1991.** Lime effects on pine forest floor leachate chemistry and element fluxes. *J. Environ. Qual.* 21, 410-419.
- Marschner, H. 1986.** Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press, London. 889 p.
- Marshner H. 1995.** Mineral nutrition of higher plants. 2a ed. San Diego, Academic, 889 p

- Meléndez, Gloria. 2003.** Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Taller de Abonos Orgánicos Mendoza Segundo Reyes Heriberto, INIAP, boletín divulgativo No.177 Estación Experimental "Portoviejo"; 1985, GUIA DEL CULTIVO DE HIGUERILLA.
- Mengel, K.; Kirkby, E. A. 2000.** Principios de nutrición vegetal. Traducción al español de la 4ª edición (1987). Internacional Potash Institute. Basel, Switzerland. 692 p.
- Moshkin, V. A. 1986a.** Botanical and biological properties of castor. En: MOSHKIN, V. A. CASTOR. New Delhi. p. 11-64
- Moshkin, V. A. 1986b.** History and origen of castor. En: MOSHKIN, V. A. CASTOR. New Delhi. p. 6-10.
- Muñoz, S., A. Jablonski, T. Gamboa, S. Santos, P. Luiz. 1999.** Producto de Alfaca Cultivado em Solucao Nutritiva Completa com Adicto a Substancias Húmicas Extraídas de Sete Carvoes Minerales. III. Encontró Brasileiro sobre Substancias Húmicas. Resumos de Palestras e Trábalos Apresentados em Postres. Universidad Federal de Santa María. Programa de Pos-graduacao em Agronomía, Departamento de Solo: Grupo Brasileiro da Sociedade Internacional de Substancias Húmicas. Santa María, Brasil. pp. 343-345.
- Navarro B., S.; Navarro G., G. 2003.** Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 487 p.
- Nicola S, L. Bassocu. 1994.** Pretransplantanutricional conditioning affects pepper seding growth and yield. Acta Horticulturae 361:519-526.
- Noordegraaf, v 1994.** Production and marketing of high quality plants. Acta Horticulturae 353:134-148.

- Olmos, S., Esteban, E., Lucena, J. J. 1998.** Micronutrient extraction in calcareous soils treated with humic substances. *J. Plant Nutrition*, 21 (4): 687-697.
- 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.
- Ramirez M.A. 2008.** Nota técnica LA HIGUERILLA. (*Ricinus communis*), (En línea), consultado el 8 de julio de 2008 disponible en www.cohep.com/Centro_doc/cies%20-%20La%Higuerilla.doc.
- Ramos, R. R. 2000.** Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Rice, J. A. MacCarthy, P. 1988.** Comments of the literatura of the humin fraction of humus. *Geoderma*. 43, 65 – 73.
- Robles. S.R. 1980.** Producción de oleaginosas y textiles. Ed. LIMUSA. México. Pag. 507-518.
- Rodríguez, R. y C. Cordeiro. 1999.** Utilicao de Ácido Fúlvico Extraídos de Agroindustria e Avaliado Atraves da Germinacao de Sementes de Caupi (*Vignatunguiculata L.*). III. Encontró Brasileiro sobre Substancias Húmicas. Resumos de Palestras e Trábalos Apresentados em Postres. Universidad Federal de Santa Maria. Programa de Pos-graduacao em Agronomía, Departamento de Solo: Grupo Brasileiro da Sociedade Internacional de Substancias Húmicas. Santa María, Brasil. pp. 349-351.
- Rubio Gustav, 2005,** Los Biocombustibles: situación actual, análisis y perspectivas de la producción en MERCOSUR y del comercio con la UE, Estudio realizado durante una estadía profesional en la FAO. (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en www.fao.org/sd/dim_en2/bioenergy/docs/working1_es.doc

- Schnitzer M. y Khan S. U., 1972**, Humic Substances in the environment. Marcel Dekker. New York.
- Schnitzer, M. 2001**. The in situ analysis of organic matter in soils. Canadian Journal of Soil Science 81: 249 – 254.
- Schulze, E.- D. 1989**. Air pollution and forest decline in a spruce (*Piceaabies*) forest. *Science*.244, 776-783.
- Senesi N., Miano T. M., Provenzano M.R. y Brunetti G., 1991**, Characterization and classification of humic substances by fluorescence spectroscopy. Soil Sci. 152:259-271.
- Sladky, Z. 1959**.The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. Biol. Plant. 1, 142 – 150.
- Steinberg C. 2003**, Ecology of Humic substances in Freshwaters. Springer
- Stevenson F. J. 1982**, Humus chesmitry genesis, composition, reactions. Willey Interscience. Nueva York.
- Stevenson, F. J. 1982**. Humus chemistry, Wilwy, New York, EstadosUnidos.
- Stevenson, F. J. 1994**. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.
- Vaughan, D., Malcom, R. E., Ord, B. G. 1985**. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In: Vaughan, D., Malcom, R. E. (Eds), Soil Organic Matter and Biological Activit, MartinusNijhoff/Junk W, Dordrecht, The Netherlands.
- Villaseñor, R., J.L. y F.J. Espinosa. 1998**. Catálogo de malezas de México . UNAM. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México.
- Visser, S. A. 1985**. Physiological action of humic substances on microbial cells. Soil Biol. Biochem. 17:457-462.

Weiss, E.A., 1983. Oilseed crops. London: Longman, 660p.

Xu, Y., Z. Wang, W. Wang, U. Peng, Y. 1997. Effect of Selenium and Fulvic Acid on Seed Germination of Wheat and its Physiological Properties. Chinese Journal of Applied Ecology, 8:4, 439-444.