

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**Efectividad de Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Leonardita en la Producción y
Calidad de Calabacita Larga “*Grey zucchini*”.**

POR:

CESAR ARTURO DÍAZ GUZMÁN

TESIS

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Efectividad de Ácidos Húmicos y Fúlvicos de Leonardita en la Producción y Calidad de Calabacita Larga "Grey zucchini".

Por:

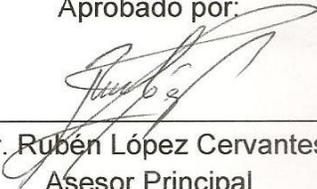
CESAR ARTURO DÍAZ GUZMÁN

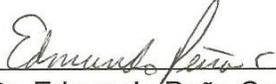
Tesis

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
Sinodal


M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Sinodal
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


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


Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A dios por darme la vida, una familia hermosa, salud, fuerza y voluntad para alcanzar este sueño que en principio se encontraba distante y que ahora con grandes esfuerzos veo culminado.

A mi “ALMA TERRA MATER” por haberme brindado un lugar, conocimientos y la oportunidad para poder realizar mis estudios de licenciatura, preparándome como profesionista para poder enfrentarme a los retos de la vida que se me presente, “Buitres por Siempre”.

Al Dr. Rubén López Cervantes, por haberme brindado su apoyo, conocimientos, su valioso tiempo en las asesorías, revisión y sugerencias en el desarrollo de este proyecto de investigación, pero sobre todo, por la oportunidad que me dio para poder llevar a cabo dicho proyecto.

Al Dr. Edmundo Peña Cervantes, por su colaboración y disponibilidad para apoyar en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos, por su disponibilidad, accesibilidad, paciencia, apoyo y sobre todo, por asesorarme en la culminación de este trabajo.

A mis compañeros de la carrera de Ingeniero Agrícola y Ambiental, gracias por su amistad brindada, por los buenos e inolvidables momentos que pasamos y por hacerme sentir bien aun estando lejos de casa.

A mis amigos que tuve durante mi estancia en esta escuela, les doy las gracias por su incondicional y valiosa amistad que siempre me brindaron y el saber que a pesar de todo siempre podre contar con ustedes.

A todos los profesores que me transmitieron sus conocimientos para mi formación profesional durante mi estancia en esta universidad.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Con amor y cariño, al Sr. Nicolás Díaz Arcos y la Sra. María Antonieta Guzmán Arcos, por haberme dado la vida e inculcarme buenos principios y valores para ser una persona de bien. Por todos los sacrificios, esfuerzos, apoyo incondicional y la confianza que depositaron en mi para culminar de manera adecuada mi carrera profesional, que es una de las mejores herencias que me pudieron dar. Por todo esto y más les agradezco con todo mi corazón y les dedico el presente trabajo. Los quiero mucho.

A MI FAMILIA

A mi cuñado José Ramón Hernández Vázquez y mi hermana Jesús María Magdalena Montejo Guzmán, que siempre estuvieron ahí para apoyarme en los momentos difíciles por las que pase, ya sea económicamente o moralmente, pero nunca me dejaron solo. Gracias por todo.

A mis hermanos Gelbina, José Benjamín, Juan, Felipe de Jesús, Eleazar, y Miriam Nereida, que de una u otra forma influyeron con su apoyo, sus consejos, por alentarme para seguir adelante y por los momentos gratos que me hacían pasar cuando llegaba de vacaciones.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIAS	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO	3
HIPOTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
El cultivo de la Calabacita (<i>Cucúrbita pepo L.</i>).....	4
Origen e Historia.....	5
Importancia.....	6
Substancias Húmicas	6
Ácidos Húmicos	9
Ácidos Fúlvicos	10
Efecto de las Sustancias Húmicas	11
Sobre el Suelo	12
En la Planta	13
MATERIALES Y MÉTODOS	15
Localización del Área Experimental	15
Metodología.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
Primer Corte.....	18
Segundo Corte.....	21
Tercer Corte	25
Cuarto Corte.....	28
CONCLUSIÓN.....	37
LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos adicionados al cultivo de la calabacita larga Grey zucchini.....	16
Cuadro 2. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	18
Cuadro 3. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	19
Cuadro 4. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas.....	19
Cuadro 5. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	20
Cuadro 6. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas.	21
Cuadro 7. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	22
Cuadro 8. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	23
Cuadro 9. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey Zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	24
Cuadro 10. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	25
Cuadro 11. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	26
Cuadro 12. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	26
Cuadro 13. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	27
Cuadro 14. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	28
Cuadro 15. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	29
Cuadro 16. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	30
Cuadro 17. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	31
Cuadro 18. Análisis de varianza de peso fresco de hoja de calabacita Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	32
Cuadro 19. Análisis de varianza de peso seco de hoja de calabacita Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	32
Cuadro 20. Análisis de varianza de peso fresco de raíz de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	33
Cuadro 21. Análisis de varianza de peso seco de raíz de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de frutos de las 8 variedades de <i>C. pepo</i>	4
Figura 2. Distintas fracciones orgánicas en el suelo tomada de Drozd y weber (1996).	7
Figura 3. Fraccionamiento de las sustancias húmicas en función de la solubilidad a diferentes pH (Stevenson, 1994).	9
Figura 4. Estructura química del ácido húmico propuesta por Stevenson (1982).	10
Figura 5. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffle <i>et al.</i> (1977).....	11
Figura 6. Localización del área experimental.....	15
Figura 7. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	18
Figura 8. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	20
Figura 9. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	21
Figura 10. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	22
Figura 11. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	23
Figura 12. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	24
Figura 13. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	25
Figura 14. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	27
Figura 15. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	28
Figura 16. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	29
Figura 17. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	30
Figura 18. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	31
Figura 19. Peso fresco y seco de hoja de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	33
Figura 20. Peso fresco y seco de raíz de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.....	34

RESUMEN

Con el fin de determinar la efectividad de las sustancias húmicas de leonardita, sobre la producción y calidad de calabacita larga, bajo condiciones de invernadero, en macetas de plástico que contenían 10 kg de suelo, se sembraron de forma directa, semillas de la variedad *Grey zucchini*, al mismo tiempo se le adicionaron 2, 4 y 6 ml.litro⁻¹ de ácido húmico (AH), ácido fúlvico (AF) y una solución nutritiva al 25, 50, 75 y 100 % que fue empleada como testigo. Las variables medidas fueron: peso de fruto (PF), diámetro de fruto (DF), longitud de fruto (LF) y el contenido de sólidos solubles totales (°Brix); mientras que a la planta se le midieron: peso fresco (PFH) y seco de hoja (PSH) y peso fresco (PFR) y seco de raíz (PSR). Se encontró que en la variable PF, la dosis de 4 ml.litro⁻¹ realizó efecto positivo en el primer y cuarto corte y con 2 ml.litro⁻¹ en el tercero; sin embargo, en esta misma variable los AH registraron efecto en el segundo corte con la dosis de 2 ml.litro⁻¹. En el DF, el superior efecto se presentó al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de AF en el primer y tercer corte, mientras que los AH los efectuaron en el segundo y cuarto corte con la dosis de 2 y 6 ml.litro⁻¹, respectivamente. En la LF, con la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de AH, se presentaron los máximos valores en los primeros tres cortes; a la misma dosis, pero los AF actuaron en el cuarto corte. Los AF a la dosis de 4 ml.litro⁻¹, realizaron efecto en la cantidad de sólidos solubles totales, en el primero, segundo y cuarto corte, y a la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de los AH, realizó el mayor efecto en el tercer corte. Se concluye que con la dosis media de ácidos fúlvicos, realizaron efecto positivo en el peso y sólidos solubles totales de fruto y con la dosis más baja, en el peso fresco y seco de hoja; mientras que, con la dosis más inferior de los ácidos húmicos, se obtuvieron los efectos en la longitud de fruto, peso fresco y seco de raíz. Ambos compuestos lo efectuaron en el diámetro de fruto.

Palabras claves: *Calabacita, sustancias húmicas.*

INTRODUCCIÓN

En México, en los últimos 10 años, la producción de hortalizas ha cobrado un auge sorprendente, porque aumentó la superficie sembrada, demanda gran cantidad de mano de obra y por la captación de divisas que se generan al exportarlas a otros países (Valadez, 1994). México, suministra más del 60 por ciento de todas las hortalizas frescas, incluida la calabacita, consumidas cada año por los Estados Unidos de América durante los meses de diciembre a mayo (León y Aerosemena, 1980).

Los principales países productores de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.), son China, India y Rusia, mientras que México ocupa el noveno lugar a nivel mundial (Food American Organization-FAO, 2011). En nuestro país, en el 2011, se sembró una superficie de 29,591.57 has, con la producción de 387,463.53 ton, con el ingreso total de 1,725.86 millones de pesos. Los estados de mayor importancia en cuanto a producción son: Sonora (20.26 %), Puebla (13.69 %), Sinaloa (9.62 %), Michoacán (9.29 %) e Hidalgo (5.51 %), que en conjunto suman el 58.37 por ciento de la producción nacional, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y alimentación; SIAP-SAGARPA, 2011). La forma de consumo de calabacita, tanto para consumo nacional como exportación, es como verdura (Sedano *et al.* 2005). México, consume el 25.6 por ciento de su producción y exporta el 74.4 por ciento.

En los modos de producción de la calabacita, el uso de fertilizantes químicos, ha traído grandes beneficios al incrementar el rendimiento por superficie. Sin embargo, la mayoría de estos compuestos inorgánicos, son derivados de recursos naturales no renovables y su costo es elevado; por lo que, una alternativa real económica y ecológicamente factible y que puede ayudar a los agricultores en la producción vegetal, es el uso de sustancias húmicas (SH), pero de forma organizada.

Schnitzer (2000), define a las SH como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química muy compleja, distinta y más estable que su forma original y provienen de la degradación de residuos de plantas y animales, gracias a la actividad enzimática de los microorganismos; mientras que la

Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (2013), dice que 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) y en el suelo, ayudan a colocar disponible a los nutrimentos para la planta.

Dentro de los numerosos factores que determinan el desarrollo óptimo de los cultivos, la nutrición es uno de los más importantes. Sin embargo, en los últimos años, el uso indebido de los fertilizantes químicos ha tenido impactos negativos en los ecosistemas, lo que ha obligado a desarrollar nuevas estrategias (Rojas, 2006), que hagan a estos compuestos menos imprescindibles; tal es el caso del uso de bioproductos para la nutrición de las plantas, lo que ha ido en aumento, a medida que demuestran que son capaces de minimizar el uso de los fertilizantes químicos (Terry *et al.* 2001). Con el auge de la agricultura sostenible, el uso de las SH en la producción de cultivos, va en aumento. Lo anterior obedece a que estas substancias, tienen efectos indirectos y directos en las plantas, de donde se obtienen los alimentos.

OBJETIVO

Establecer la efectividad de ácidos húmicos y fúlvicos de leonardita, en la producción y calidad de calabacita larga (*Grey zucchini*).

HIPOTESIS

Al menos una dosis de ácidos húmicos y fúlvicos de leonardita, tienen efecto positivo en la producción y calidad de calabacita larga (*Grey zucchini*).

REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de la Calabacita (*Cucúrbita pepo* L).

Cucúrbita pepo, es una de las especies más importantes económicamente, ya que se ha difundido por todo el mundo y se ha adaptado a un amplio rango de condiciones ecológicas para su cultivo. Dentro de la especie *Cucúrbita pepo*, se distinguen dos subespecies, las cuales se dividen en variedades clasificadas en función de la morfología de sus frutos y confirmado por análisis con marcadores moleculares (Paris, 1989; Paris y Janick, 2005); la subsp. *ovífera*: se encuentra la variedad *Scallop*, *Acorn*, *Crookneck* y *Straightneck* y la subsp. *pepo*: la variedad *Pumpkin*, *Vegetal marrow*, *Cocozelle* y *Zucchini* (Figura 1).

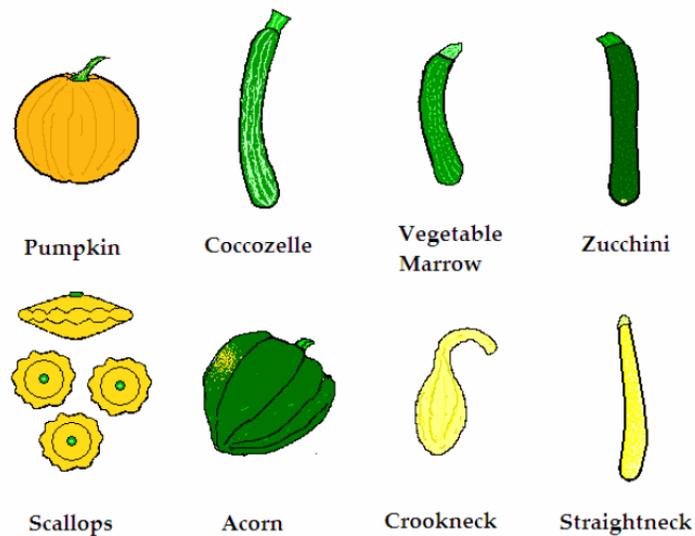


Figura 1. Representación de frutos de las 8 variedades de *C. pepo*.

El calabacín, corresponde a la variedad *Zucchini*. Es la variedad más reciente de *C. pepo*, ya que se diversificó en Italia más tarde que las otras variedades y de forma más restringida, de hecho, la primera descripción de morfología del calabacín actual la realizó Tamaro en 1901 (Paris, 2001).

Las variedades de *Zucchini* que se cultivan actualmente, son híbridos mejorados en América en los últimos 50 años, obtenidos a partir de variedades italianas, en su mayoría de frutos verde oscuro o amarillo, habiéndose convertido en la calabaza de verano más importante económicamente (Rosales, 2007).

Origen e Historia

La calabacita, es considerada originaria de México y de América Central (Vavilov, 1951), de donde fue distribuida a América del Norte y del Sur. Sus orígenes se remontan al año 7000 A. de C. (Whitaker y Davis, 1962) hasta la era cristiana.

De acuerdo con Lira (1995), los restos más antiguos de *Cucúrbita pepo*, han sido encontrados en México, en el valle de Oaxaca (8750 A. de C – 700 DC) y en las cuevas de Ocampo, Tamaulipas (7000 – 5000 A. de C), y su presencia en estados unidos, es también muy antigua y en algunos casos, mayor a la atribuida a los restos de otros cultivos importantes domesticados más al sur.

Actualmente, se cree que han existido al menos dos domesticaciones independientes de *Cucúrbita pepo*, una en México y otra en el este de Estados Unidos. Esta idea está apoyada por hallazgos arqueológicos, que ponen de manifiesto la domesticación de esta especie, desde hace más de 4000 años en tres sitios bastante alejados de Norte América, concretamente en el sureste y noroeste de México y este de Estados Unidos (Paris, 2001). Estas dos domesticaciones dieron lugar a dos linajes, que actualmente se clasifican como dos subespecies *C. pepo* ssp. *Pepo* y *C.pepo* ssp. *Ovifera*. La primera fue domesticada desde un progenitor desconocido hace unos 10000 años en México, mientras que la segunda se cree que proviene de una domesticación posterior (hace unos 5000 años) en el este de Estados Unidos desde la especie salvaje *C. pepo* ssp *ovifera* variedad ozarcana.

La especie, fue introducida a Europa en la época del Renacimiento y posteriormente fue llevada a otras regiones del mundo. En la actualidad, a nivel mundial, se le considera un cultivo en expansión, tanto en superficie como en significación económica (http://www7.uc.cl/sw_educ/hortalizas/html/). Sin embargo, Guenkov (1974), menciona que después del descubrimiento de América se difundió por todo el mundo.

Importancia

El cultivo de la calabacita, ha adquirido gran importancia desde hace algunos años, debido a la alta rentabilidad, poca inversión que se le hace, a las características nutritivas de sus frutos, así como el alto grado de digestibilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra, sumando a todo esto, los beneficios económicos que proporciona al agricultor en tan solo pocos meses, ya que normalmente comienza a rendir utilidades entre los 50 y 60 días después de la siembra, lo que significa una pronta remuneración (Martínez, 2001), además de ser unos de los pocos cultivos que se desarrolla en casi todo el territorio nacional.

En México, *cucúrbita pepo*, es la especie de calabaza más importante que se cultiva a nivel comercial, destinándose gran parte de la producción para la exportación a los estados Unidos y Canadá, principalmente (López, 2003).

El principal uso de la calabacita, es el gastronómico, siendo su fruto inmaduro la parte más utilizada en la cocina, aunque su flor y sus semillas son cada día más valoradas como aderezo culinario (Andrés, 2012). El fruto fresco, es un importante complemento alimenticio por su alto contenido de minerales, vitaminas, ácido ascórbico, agua, carbohidratos y proteínas (Valadez, 1994).

Otro uso importante que se le da a este cultivo, es el de aprovechar su alto contenido mineral y de proteína de los frutos, para proporcionarlo como forraje para el ganado vacuno y porcino, además los frutos debidamente deshidratados y mezclados en las raciones para aves, constituyen parte de su alimento dando lugar a otra fuente de ingresos (Martínez, 2001).

Substancias Húmicas

Desde la remota antigüedad, se ha considerado a la materia orgánica (MO) del suelo, como un factor esencial para la fertilidad del mismo, por sus numerosas cualidades beneficiosas. De ella pertenece un grupo de sustancias, que en razón de sus propiedades, han sido objeto de múltiples investigaciones, siendo catalogadas de omnipresentes por encontrarse en todos los suelos, sedimentos y aguas (MacCarthy *et al.* 1990).

De acuerdo con Stevenson (1994), la materia orgánica del suelo, está conformada por la totalidad de las sustancias de tipo orgánico presentes en los suelos, incluyendo 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 estabilizada, la fracción orgánica soluble en agua y la materia orgánica estabilizada: *el humus*.

De Saussure (1804), fue el primero en utilizar el término humus. En la antigüedad, se utilizó para hacer referencia a la totalidad del suelo, posteriormente se empleó como sinónimo de materia orgánica y actualmente, hace referencia a una fracción de dicha materia orgánica que engloba a un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, elevado peso molecular, poseen polisacáridos, proteínas y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas (Stevenson, 1994).

La materia orgánica del suelo o humus, incluye un amplio espectro de constituyentes orgánicos, muchos de los cuales proceden de tejidos biológicos. Se distinguen dos grandes grupos, las sustancias no húmicas y las sustancias húmicas (Figura 2).

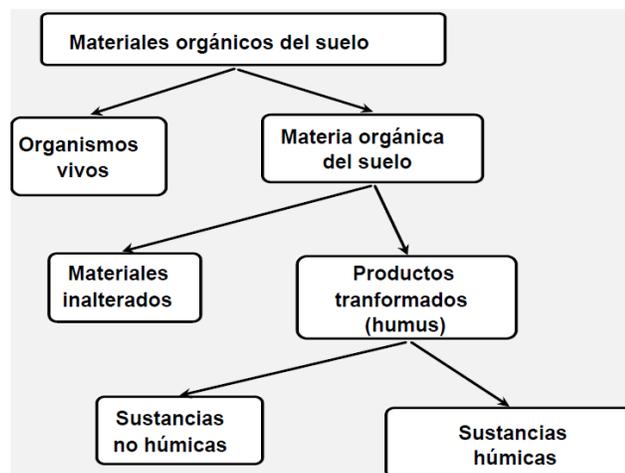


Figura 2. Distintas fracciones orgánicas en el suelo tomada de Drozd y weber (1996).

Las sustancias húmicas, provienen de desechos de animales y plantas, descompuestos microbial y químicamente, son de color oscuro, con carácter ácido,

elevado peso molecular, muy resistente al ataque microbiano y con propiedades refractarias (Aiken *et al.* 1985; Stevenson, 1994), además de tener un elevado contenido en grupos carboxílicos, fenólicos y quinónicos, cierta aromaticidad y con incorporación de nitrógeno heterocíclico (Cadahia, 1998).

Las sustancias húmicas, en el suelo, forman complejos macromoleculares, que pueden estar ligados a cationes como el Ca^{++} , Fe^{+++} y Al^{+++} , combinados con los minerales de las arcillas o asociados a algunas sustancias no húmicas como los carbohidratos; generalmente mediante uniones de carácter débil (fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrogeno) aunque también se pueden unir covalentemente (MacCarthy *et al.* 1990; Stevenson, 1994).

El contenido de sustancias húmicas, difiere con el tipo de suelo; así, en los suelos naturales, este porcentaje es mayor que en los suelos destinados a la agricultura, donde el tipo de cultivo y el grado de mecanización aplicado, aumenta la mineralización de la materia orgánica, donde los nutrientes liberados, son asimilados por el cultivo (Gallardo, 1982).

En general, los contenidos de sustancias húmicas, según el tipo de suelo, van a oscilar entre el 33 – 75 por ciento del total de la materia orgánica del suelo, el contenido y tipo de sustancias húmicas, también difiere con la profundidad en el perfil (Kalbitz *et al.* 1997; Zysset y Berggren, 2001), el tiempo (Zsolnay, 2003) y los factores ambientales (Senesi *et al.* 1989; Barancikova *et al.* 1997) ya que en razón de su dinámica se van transformando y evolucionando sin cesar.

Las sustancias húmicas, están constituidas por tres fracciones en función de su solubilidad en agua, a varios valores de pH (Aiken *et al.* 1985; Stevenson, 1994).

Figura 3.

- 1) **Ácidos húmicos:** fracción insoluble en medio ácido, pero soluble a pH alcalinos.
- 2) **Ácidos fúlvicos:** fracción soluble en agua a cualquier valor de pH.
- 3) **Humina:** fracción insoluble en agua a cualquier valor de pH.



Figura 3. Fraccionamiento de las sustancias húmicas en función de la solubilidad a diferentes pH (Stevenson, 1994).

La mayor parte de los estudios acerca de las sustancias húmicas, se han llevado a cabo sobre las fracciones húmicas y fúlvicas, siendo la humina la que se ha estudiado menos (Rice y MacCarthy, 1988).

Ácidos Húmicos

Es soluble en una solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color 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 – 60 por ciento de carbono (Florenza y Martínez, 1991; Schnitzer, 2001), químicamente son anillos aromáticos, compuestos cíclicos de nitrógeno, cadenas peptídicas, carboxilos y fenoles de alto peso molecular y alta capacidad de intercambio catiónico, además contiene alrededor del 30 por ciento de oxígeno, la mayor porción de oxígeno 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.

Los ácidos húmicos, tienen alta estabilidad relativa y distinta reactividad y 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. En la figura 4 se muestra la estructura de un ácido húmico.

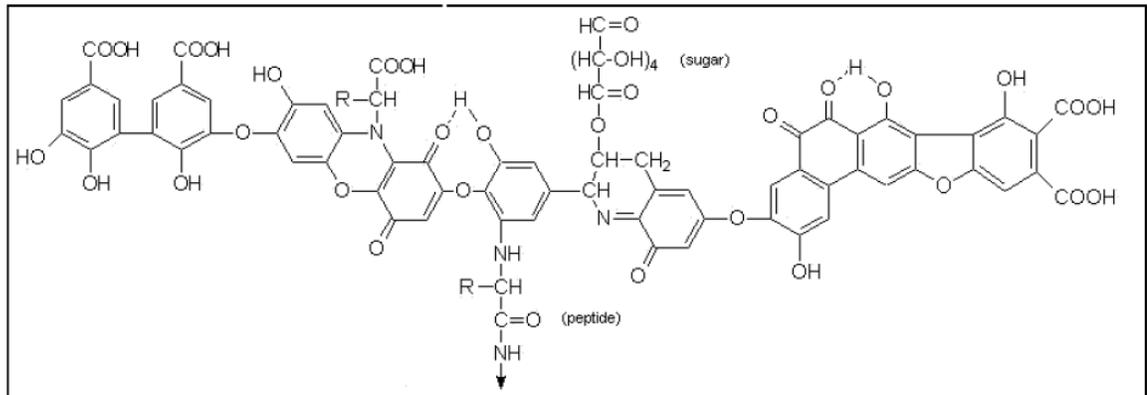


Figura 4. Estructura química del ácido húmico propuesta por Stevenson (1982).

Ácidos Fúlvicos

Es la fracción de sustancias solubles en medios alcalinos y no se precipita en medios ácidos (Morales, 2003). Es de color pardo – amarillento, de menor peso molecular (900 – 5,000 Dalton) y posee cerca de 43 – 52 por ciento de carbono (Florenza y Martínez, 1991; Bollo, 1999). Son polímeros con un anillo aromático, grupos fenólicos y alto contenido de grupos carboxílicos, posee un 48 por ciento de oxígeno y tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (Stevenson 1994; Coyne, 2000). Una de sus características que la distingue, es su coloración más clara, mayor contenido de oxígeno y bajo contenido de carbono. El oxígeno 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.

Según Stevenson (1994), la acidez total de los ácidos fúlvicos ($900 - 1,400 \text{ cmol.kg}^{-1}$) duplica a la de los ácidos húmicos ($500 - 870 \text{ cmol.kg}^{-1}$), esto se debe a que estas sustancias tienen mayor contenido en grupos carboxílicos ($-\text{COOH}$) e hidroxílicos ($-\text{OH}$), presumiblemente fenólicos. Su estructura se presenta en la Figura 5.

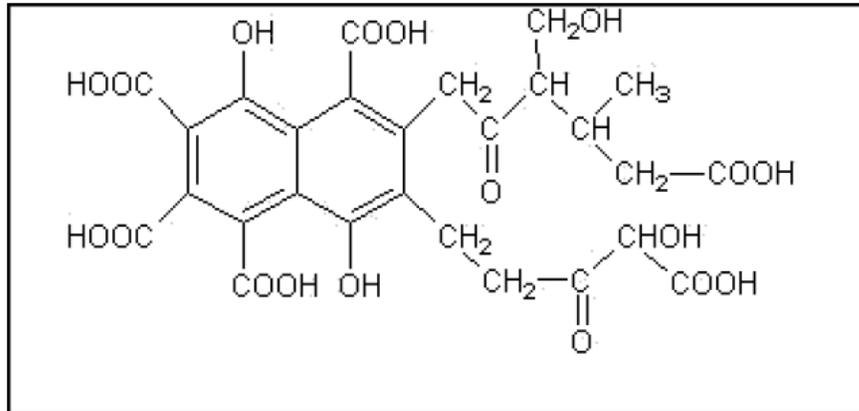


Figura 5. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffle *et al.* (1977).

Según Labrador (2001), estos presentan una unidad nuclear (estructuras aromáticas de carbono) poco pronunciada, con un 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).

Efecto de las Sustancias Húmicas

Numerosos autores, han descrito los efectos directos (que actúan sobre la planta en diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que estimulan su crecimiento) e indirectos (que actúan sobre las propiedades físicas, químicas, y biológicas que determinan la fertilidad de los suelos) sobre el desarrollo vegetal, que ejercen las sustancias húmicas (Chen y Aviad, 1990; Stevenson, 1994; Varanini y Pinton, 2000).

Las sustancias húmicas, ejercen distintos efectos, en las propiedades del suelo y pueden variar en función del origen (García, 1990), contenido de grupos funcionales (Piccolo *et al.* 1992) y concentración, así como de la especie vegetal, edad y estado nutricional (Albuzio *et al.* 1986).

Sobre el Suelo

Los ácidos húmicos y fúlvicos, ejercen una serie de mejoras físicas, químicas y biológicas en los suelos, que conducen finalmente a un incremento en la fertilidad y productividad (Tradecorp, 2001). Siendo los principales efectos:

➤ Físicos

- a) Favorecen la formación de agregados estables, actuando conjuntamente con arcillas y humus; mejorando la estructura del suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Bollo, 1999).
- b) Da un color oscuro al suelo, lo que provoca un aumento de su temperatura (Landeros, 1993).
- c) El humus, aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).
- d) El humus, mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, evitando la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999).

➤ Químicos

- a) Las SH, elevan la capacidad de intercambio cationico de los suelos, al unirse con las arcillas para formar un complejo arcillo-húmico (Landeros, 1993; Guerrero, 1996; Tradecorp, 2001).
- b) Forman complejos fosfo-húmicos, manteniendo el fosforo en un estado asimilable por la planta (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Tradecorp, 2001).
- c) Las SH, eleva la capacidad tampón de los suelos (Landeros, 1993; Bollo, 1999).
- d) Su acción quelatante, contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes para la planta (Landeros, 1993; Bollo, 1999; Tradecorp, 2001).
- e) El humus, aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono (Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).
- f) Los radicales libres de las sustancias húmicas, permiten la descomposición de determinados plaguicidas (Senesi y Miano, 1995) y de esta forma afectan su persistencia, biodegradabilidad y bioactividad.

g) Pueden formar complejos con metales pesados de suelos contaminados y quedar retenidos sobre las superficies orgánicas del suelo, limitando su movilidad (Wang *et al.* 1997).

➤ Biológicos

a) Incremento en el suelo de la actividad microbiana (Ocio y Brookers, 1990).

b) Favorece el normal desarrollo de cadenas tróficas en el suelo (Bollo, 1999).

Las sustancias húmicas, inciden indirectamente en el desarrollo de las plantas, al modificar propiedades del suelo, y para lograrlo es necesario el aporte de grandes cantidades.

En la Planta

Para que las plantas, puedan tener un efecto directo de las sustancias húmicas, 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 sustancias húmicas, 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 sustancias húmicas, es su influencia en la germinación de semillas. Así, Csicsor *et al.* (1994), observaron efectos beneficiosos en la germinación *in vitro* de semillas de tabaco, con la aplicación de humatos potásicos y ácidos fúlvicos en diferentes dosis, obteniéndose los mejores resultados con los humatos potásicos, en dosis de 200 mg.L⁻¹. Chen y Aviad (1990), atribuyeron los efectos beneficiosos sobre la germinación, a la

capacidad de las sustancias húmicas, de incrementar la actividad enzimática de las semillas.

Sladky (1959), aplicó ácidos húmicos, ácidos fúlvicos 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. David *et al.* (1994), reportaron que las plantas de tomate con adición de 1280 mg.L⁻¹ de ácidos húmicos produjeron un incremento significativo en brotes, acumulación de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, así como un incremento en la acumulación de N, Ca, Fe y Cu en raíces. Los pesos secos y frescos se incrementaron también.

Aza (2001), realizó dos experimentos en tomate, en invernadero, donde determino el efecto de los ácidos fúlvicos de dos orígenes, uno de leonardita y el otro extraído de composta, encontró que estos tienen efectos positivos al incrementar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento con respecto al testigo, que solo se aplicó solución nutritiva.

De acuerdo con Fernández (1968), la influencia de las sustancias húmicas va a estar determinada por la especie vegetal tratada y el origen del material húmico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área Experimental

El trabajo, se realizó en uno de los invernaderos del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del *Campus* sede 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 6).

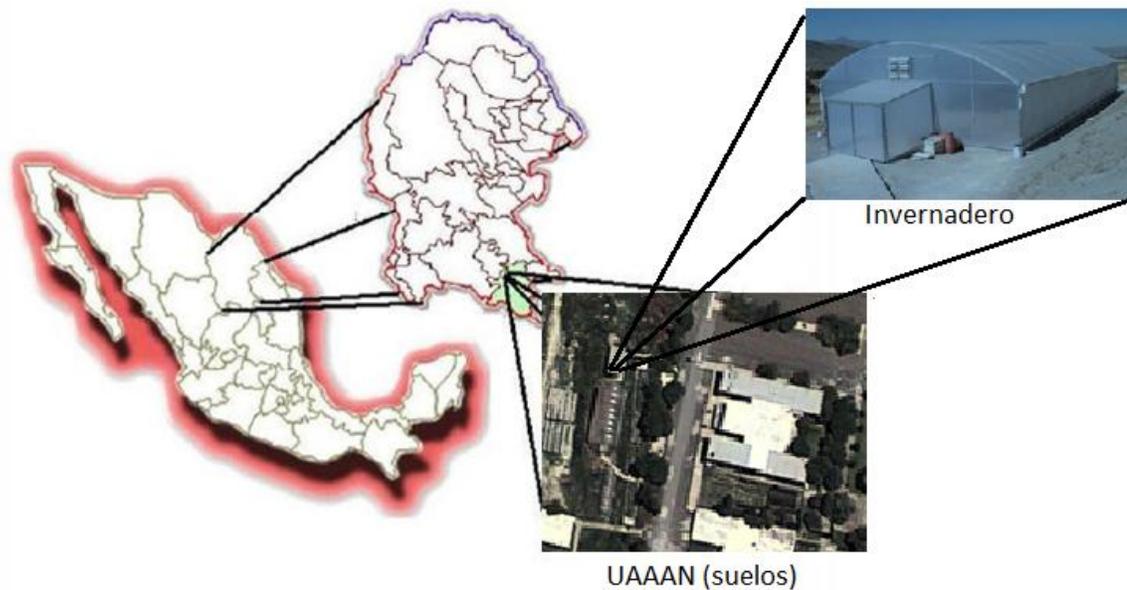


Figura 6. Localización del área experimental.

Metodología

El experimento inicio el 26 de mayo del 2012 y culminó a finales de julio del mismo año. Semillas de la variedad “Grey zucchini”, se sembraron de forma directa en macetas de plástico que contenían 10 kg de un suelo, colectado en el área experimental denominada “El Bajío” del *Campus* sede de la UAAAN; se depositaron dos semillas en cada maceta. El mismo día de siembra y en dos ocasiones posteriores (cada 15 días), se aplicaron los tratamientos, que se muestran en el Cuadro 1. La concentración de los ácidos húmicos (AH), es de 16 por ciento y de los ácidos fúlvicos (AF), el 35 por ciento.

Cuadro 1. Tratamientos adicionados al cultivo de la calabacita larga Grey zucchini.

Número	Tratamiento	Dosis (ml.litro ⁻¹)
1	AH	2 + FQ 100 %
2	AH	4 + FQ 100 %
3	AH	6 + FQ 100 %
4	AF	2 + FQ 100 %
5	AF	4 + FQ 100 %
6	AF	6 + FQ 100 %
7	FQ	100 %
8	FQ	75 %
9	FQ	50 %
10	FQ	25 %

AH= Ácido húmico; AF= Ácido fúlvico; FQ= Fertilización química.

Seis días después de la siembra, se realizó un “aclareo”, donde se dejó la planta más vigorosa y se aplicó la primera fertilización química; en esta primera aplicación se considero la cantidad de fertilización química al 100 por ciento: 15 g de nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 10 g de nitrato de amonio NH_4NO_3 , 7 g de fosfato monoamonico $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 7 g de sulfato de potasio K_2SO_4 , 7 g de sulfato de magnesio MgSO_4 , 5 g de sulfato ferroso FeSO_4 , 5 g de sulfato de zinc ZnSO_4 y 5 g de sulfato de cobre CuSO_4 . Esto fue para 10 litros de agua y se aplicó cada siete días. Los riegos se realizaron cada tres días, al inicio del ciclo y conforme la planta se desarrolló, se aplicaron diariamente.

A lo largo del ciclo del cultivo, se podaron los brotes, se eliminaron las hojas viejas y las flores caídas, esto para evitar la proliferación de plagas y enfermedades. En este caso la única plaga que apareció en el cultivo, fue el pulgón y se combatió con un insecticida llamado Perfekthion, cuyo ingrediente activo es el Dimetoato. Otra práctica realizada fue la del tutoreo para ayudar a las plantas a mantenerse erectas.

Después de cinco semanas de establecido el cultivo, se realizó el primer corte; se efectuaron otros tres cada semana (cuatro cortes en total) y se determinaron las siguientes variables: peso de fruto (PF), diámetro de fruto (DF), longitud de fruto (LF) y el contenido de sólidos solubles totales del fruto (°Brix). Además, a la planta se le midieron: peso fresco (PFH) y seco de hoja (PSH) y peso fresco (PFR) y seco de raíz (PSR).

El trabajo, se distribuyó de acuerdo a un Diseño Experimental Completamente al Azar, con 10 tratamientos y cinco repeticiones. A los datos obtenidos, se les efectuó el análisis estadístico, el cual consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias con el método de Tukey ($p=0.05$). Para esto, se empleó el paquete estadístico generado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5 (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer Corte

En la variable PF de la calabacita Larga Grey zucchini, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 2). De forma general, al aplicar los ácidos húmicos (AH), se observó que conforme aumentó la dosis, el valor disminuyó. Cuando se aplicaron los ácidos fúlvicos (AF), los valores presentan una distribución casi normal, en función de menor a mayor dosis de este compuesto. Al adicionar la fertilización química (FQ), solo se obtuvieron frutos con la aplicación del 100 por ciento. De manera particular, se tiene que al agregar 4 ml.litro⁻¹ de agua de los AF, se presentó el mayor valor, ya que aventajo al testigo en 66.44 por ciento (Figura 7).

Cuadro 2. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	69712.87	7745.87	16.41	0.000 **
Error	40	18871.26	471.78		
Total	49	88584.14			

C.V. = 41 %

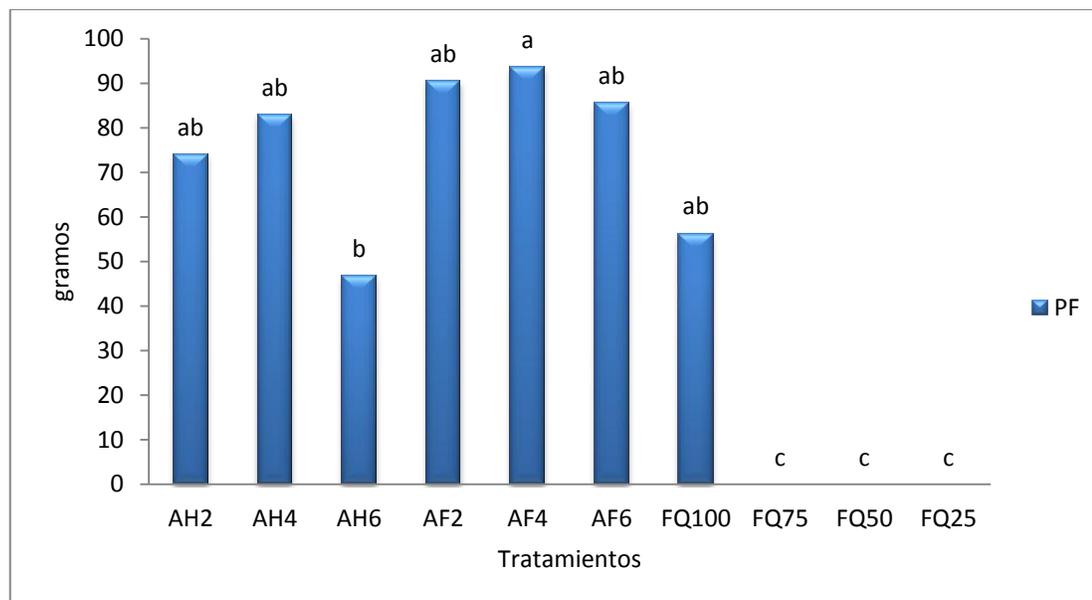


Figura 7. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Para el DF, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 3). Aquí, se observa que al ser aplicados los AH, los valores presentaron distribución normal en las tres dosis. Cuando se adicionaron los AF, a las dosis de 2 y 6 ml.litro⁻¹ de agua, los valores se mantuvieron equilibrados; sin embargo, al aplicar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de este compuesto, se sobrepasó a todos los demás tratamientos y al testigo en 31.50 por ciento. En la FQ, solo se obtuvieron frutos con la adición del 100 ciento (Figura 8).

Cuadro 3. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	110.301	12.255	250.118	0.000 **
Error	40	1.959	0.049		
Total	49	112.261			

C.V.= 9.87 %

En la LF, existe efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 4); de forma general, se observa que al aumentar la dosis de AH los valores disminuyen. Cuando se aplicaron las dosis de AF, los valores se comportaron de manera equilibrada. En cuanto a la FQ, solamente se obtuvieron frutos con la adición del 100 por ciento. De manera particular, se tiene que al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, se presentó el superior valor, ya que aventajó al testigo en 28.83 por ciento (Figura 8).

Cuadro 4. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	702.601	78.067	308.561	0.000 **
Error	40	10.120	0.253		
Total	49	712.72			

C.V. = 8.89 %

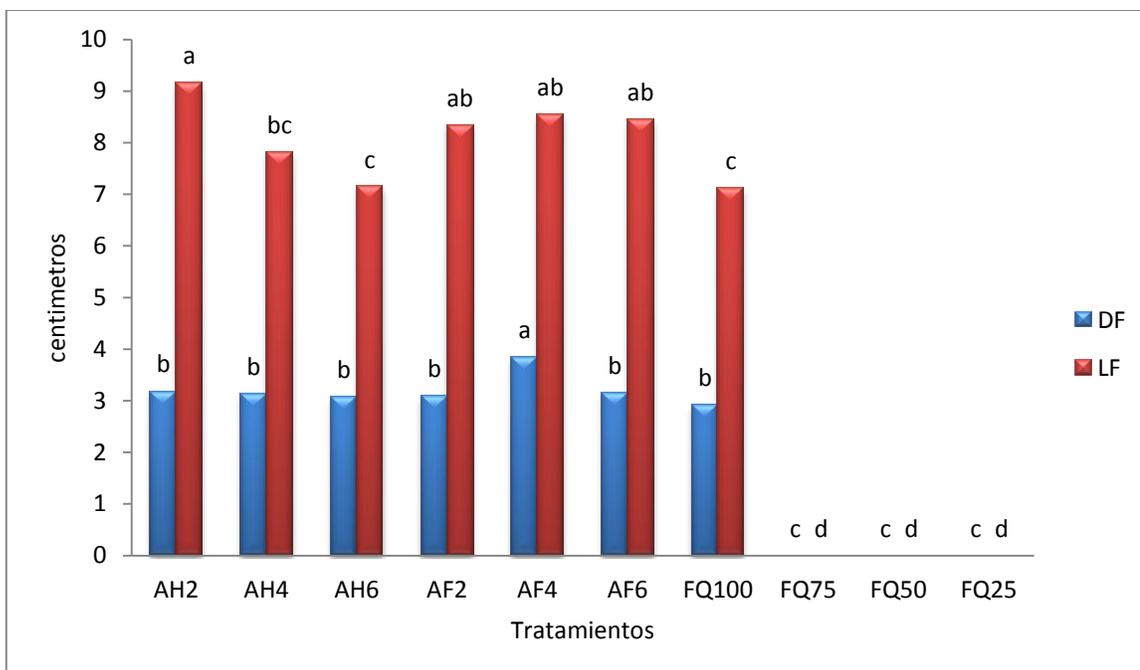


Figura 8. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En cuanto a los sólidos solubles totales, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 5). En la Figura 9, se observa que los valores van decreciendo a medida que se aumenta la dosis de los AH; sin embargo, al aumentar la dosis de los AF de 2 a 4 ml, los valores aumentan, pero al seguir aumentando la dosis a 6 ml, el valor disminuye nuevamente. Solo al adicionar la FQ100, se obtuvieron frutos. El superior tratamiento resultó al agregar 4 ml.litro⁻¹ de agua de AF, presentándose el mayor valor y adelantar al testigo en 123.39 por ciento.

Cuadro 5. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	472.133	52.459	95.208	0.000 **
Error	40	22.039	0.551		
Total	49	494.174			

C.V. = 18.18 %

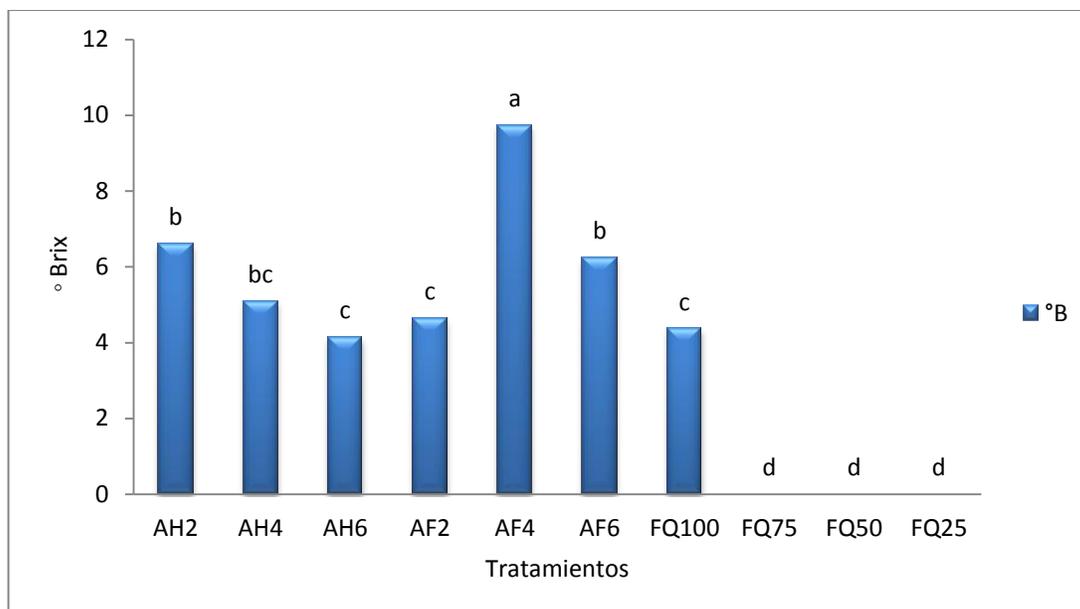


Figura 9. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el primer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Segundo Corte

En el PF, existe efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 6). Aquí, se observa que conforme fue aumentando la dosis de AH, los valores disminuyeron. Al aplicar los AF de 2 a 4 ml, el valor aumento, pero al seguir aumentando la dosis a 6 ml, el valor disminuyo. En cuanto a la FQ, solo se obtuvieron frutos con la aplicación del 100 y 75 por ciento, pero los valores disminuían en función de la mayor a la menor dosis. De manera particular, el mejor tratamiento resultó al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, sobrepasando a todos los demás tratamientos y al testigo en 30.80 por ciento (Figura 10).

Cuadro 6. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	39943.031	4438.115	11.974	0.000 **
Error	40	14825.172	370.629		
Total	49	54768.203			

C.V. = 36.09 %

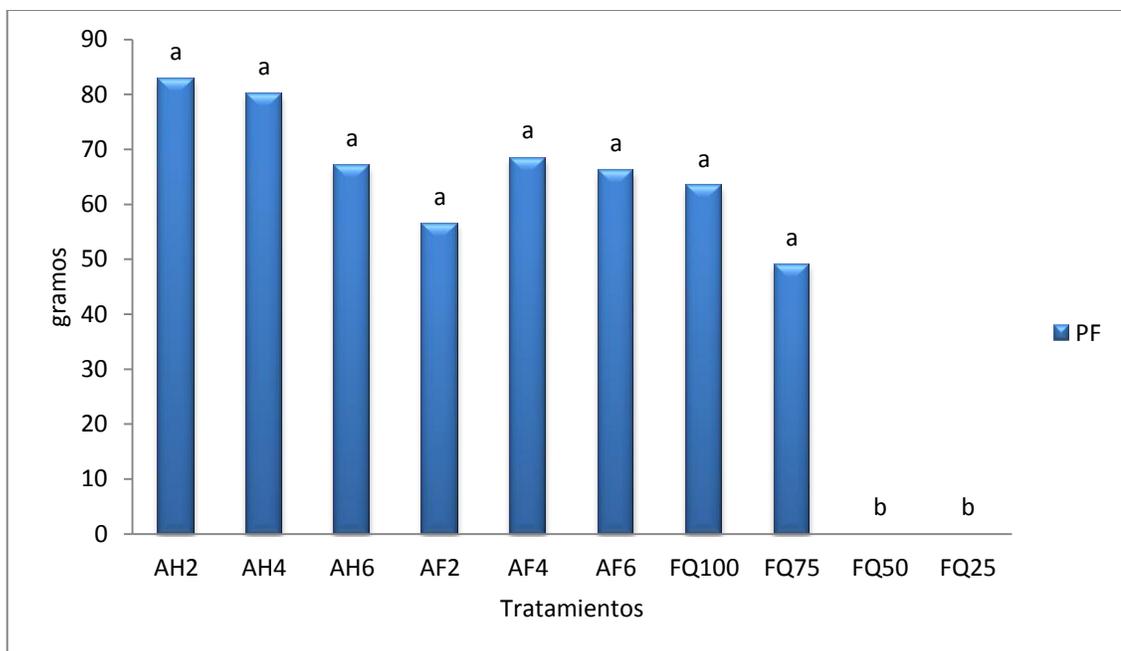


Figura 10. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En el DF, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 7); sin embargo, en la Figura 11, podemos observar que al ser aplicados las dosis en aumento de los AH, los valores disminuyeron. Cuando se aplicaron los AF, en función de la menor a la mayor dosis, los valores presentaron distribución casi normal. Al adicionar la FQ, solo se obtuvieron frutos con la aplicación del 100 y el 75 por ciento, disminuyendo sus valores, conforme se bajaba la dosis. De manera particular, se tiene que al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, se presentó el valor superior, ya que adelanto al testigo en 22.90 por ciento.

Cuadro 7. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	69.321	7.702	95.088	0.000 **
Error	40	3.240	0.081		
Total	49	72.561			

C.V. = 12.23 %

En la variable LF, los tratamientos registraron efecto altamente significativo (cuadro 8). Aquí, se observa que al aplicar los AH de 2 a 4 ml, el valor disminuyó, pero al aumentar la dosis a 6 ml, el valor aumento sin pasar la dosis de 2 ml. Cuando se aplicaron los AF, en dosis de 2 y 6 ml, los valores se mantuvieron equilibrados, presentándose el menor valor con la dosis de 4 ml de este compuesto. Cuando se adicionó la FQ, solo se obtuvieron frutos con la aplicación del 100 y 75 por ciento, presentando un comportamiento descendiente de sus valores. El mejor tratamiento resultó al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de los AH, ya que presentó el valor superior y adelanto al testigo en 22.64 por ciento (Figura 11).

Cuadro 8. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	524.013	58.224	115.068	0.000 **
Error	40	20.239	0.506		
Total	49	544.253			

C.V. = 11.17 %

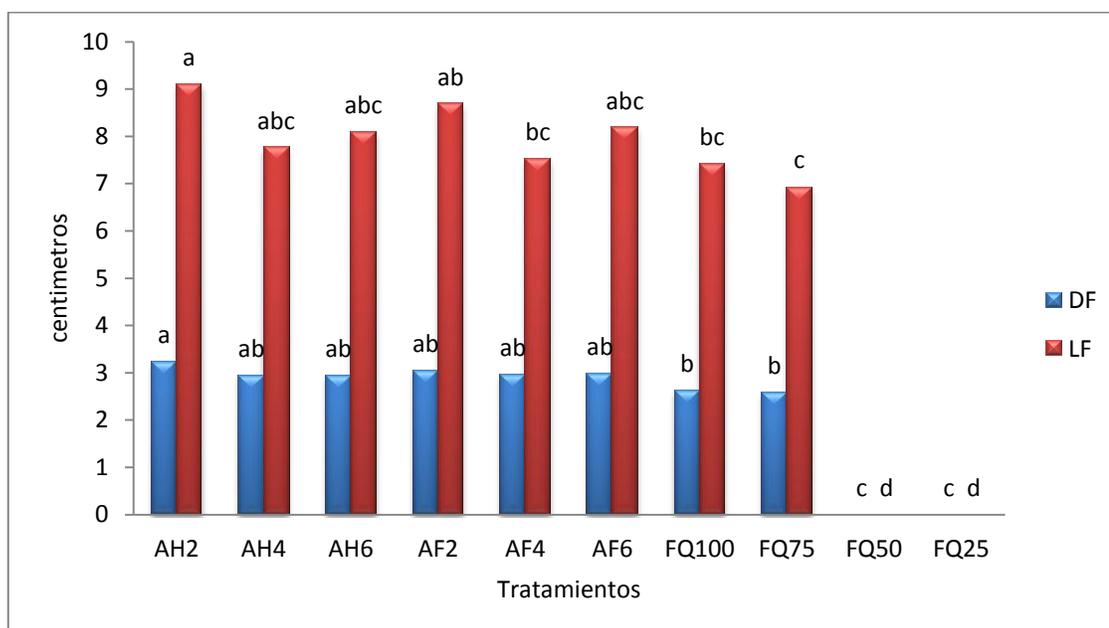


Figura 11. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Para el contenido de sólidos solubles totales, hay diferencia altamente significativa por efecto de los tratamientos (Cuadro 9). Aquí, se observa que al ser aplicados los AH en 2 y 6 ml, los valores presentan un comportamiento equilibrado, obteniéndose el menor valor en la dosis de 4 ml de este compuesto. Al agregar los AF, presentó un comportamiento similar a los AH, diferenciándose que al agregar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de este compuesto, sobrepaso a todos los demás tratamientos y al testigo en 47.18 por ciento. Al adicionar la FQ, solo se obtuvieron frutos con la aplicación del 100 y 75 por ciento, presentando un comportamiento decreciente en sus valores, en función de la mayor a la menor dosis (Figura 12).

Cuadro 9. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey Zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	440.349	48.298	63.551	0.000 **
Error	40	30.796	0.769		
Total	49	471.145			

C.V. = 15.92 %

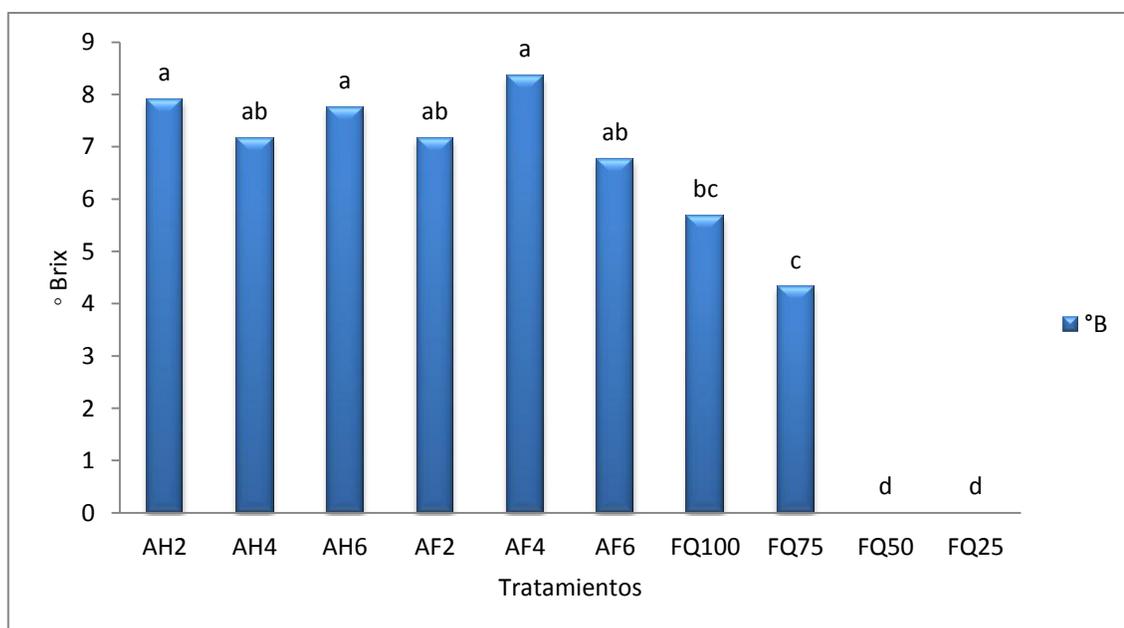


Figura 12. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el segundo corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Tercer Corte

En la variable PF, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 10); sin embargo, de forma general, al aplicar los AH, presentaron un comportamiento equilibrado en las dosis de 2 y 6 ml, obteniéndose el menor valor con la dosis de 4 ml para este compuesto. Cuando se adicionaron las dosis en aumento de AF, sus valores disminuyeron. En cuanto a la FQ, con la aplicación del 100 y 50 por ciento, se obtuvieron los valores superiores de estos compuestos. El mejor tratamiento se obtuvo al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AF, ya que sobrepasó a todos los demás tratamientos y al testigo en 73.04 por ciento (Figura 13).

Cuadro 10. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	41616.469	4624.052	7.156	0.000 **
Error	40	25847.781	646.195		
Total	49	67464.250			

C.V. = 32.77 %

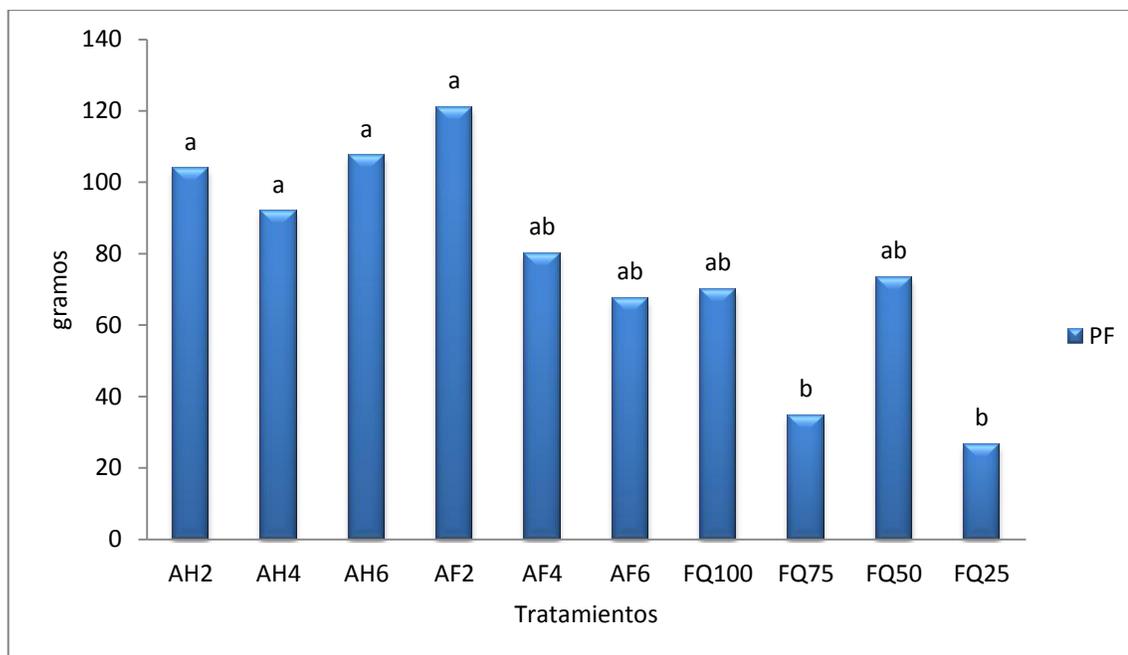


Figura 13. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Para el DF, hay diferencias altamente significativas por efecto de los tratamientos (Cuadro 11). Aquí, se observa que en función del aumento de la dosis de los AH, los valores descienden. Cuando se aplicaron los AF, en 2 y 6 ml, los valores se mantuvieron equilibrados; sin embargo, al adicionar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de este compuesto, aventajo a todos los demás tratamientos y al testigo en 16.8 por ciento. Al aplicar la FQ, los valores presentaron una distribución casi normal (Figura 14).

Cuadro 11. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	2.289	0.254	4.433	0.001 **
Error	40	2.296	0.057		
Total	49	4.586			

C.V. = 9.29 %

Para la LF, estadísticamente hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 12); sin embargo, de forma general, al aplicar los AH, los valores disminuyen constantemente. Cuando se adicionaron los AF, los valores presentaron una distribución casi normal en las dosis. En la FQ, con la aplicación del 100, 75 y 50 por ciento, presentaron comportamiento equilibrado, superando a la dosis de 25 por ciento. El mejor tratamiento para esta variable se encontró al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, ya que presentó el valor superior aventajando al testigo en 26.01 por ciento (Figura 14).

Cuadro 12. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	34.704	3.856	6.471	0.000 **
Error	40	23.836	0.596		
Total	49	58.539			

C.V. = 10.38 %

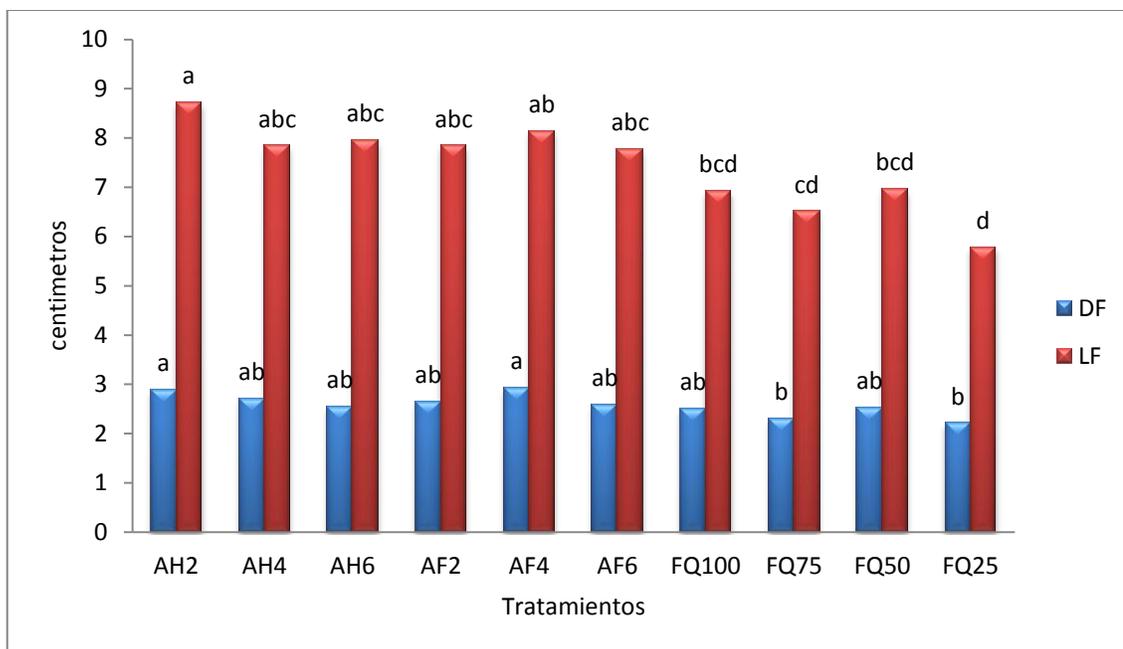


Figura 14. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En cuanto a los sólidos solubles totales, no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 13); Sin embargo, de forma gráfica, se puede observar que al aplicar los AH, los valores disminuyen en menor escala, en función de la menor a la mayor dosis. Al adicionar las dosis de AF y la FQ, los valores presentaron una distribución casi normal. El mejor tratamiento para esta variable, se obtuvo al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, aventajando a todos los demás tratamientos y al testigo en 28.84 por ciento (Figura 15).

Cuadro 13. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	13.757	1.523	1.563	0.160 ^{NS}
Error	40	39.116	0.978		
Total	49	52.873			

C.V. = 17 %

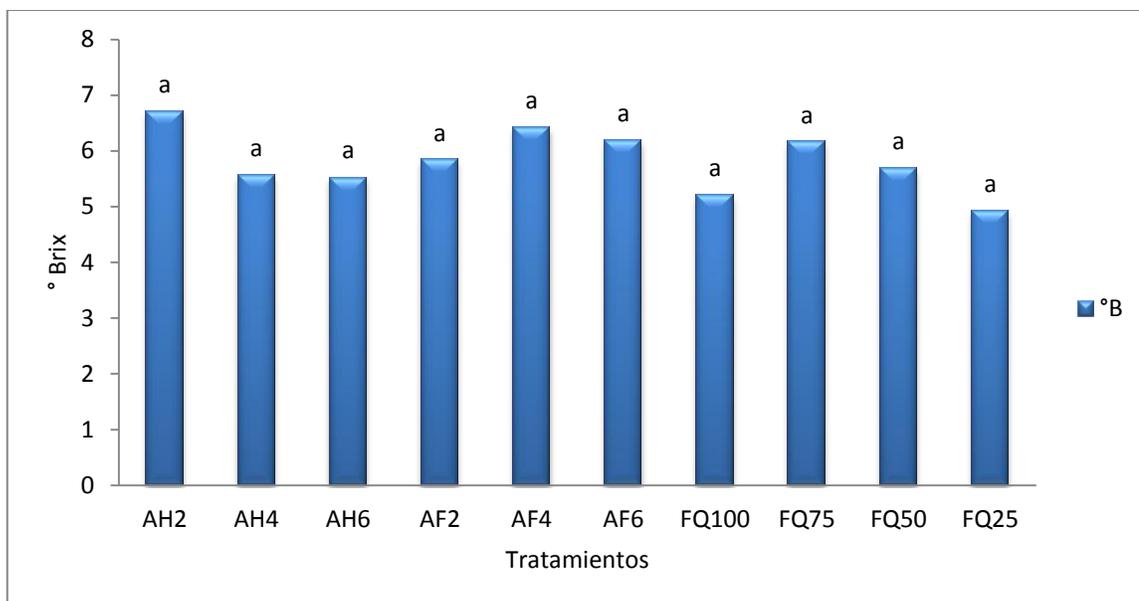


Figura 15. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el tercer corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Cuarto Corte

En el PF, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadro 14). Aquí, se observa que al aumentar la dosis de 2 a 4 ml de AH, los valores aumentan considerablemente, pero al aumentar a 6 ml, el valor disminuye. Al adicionar los AF, en dosis de 2 y 6 ml, los valores se mantuvieron equilibrados; sin embargo, al aplicar la dosis de 4 ml.litro⁻¹ de este compuesto, se sobrepasa a todos los demás tratamientos y al testigo en 66.40 por ciento. Al adicionar la FQ100, se alcanza el mayor valor para este compuesto, pero al disminuir la dosis los valores se equilibran (Figura 16).

Cuadro 14. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	22108.422	2456.491	5.038	0.000 **
Error	40	19505.109	487.628		
Total	49	41613.531			

C.V. = 35.35 %

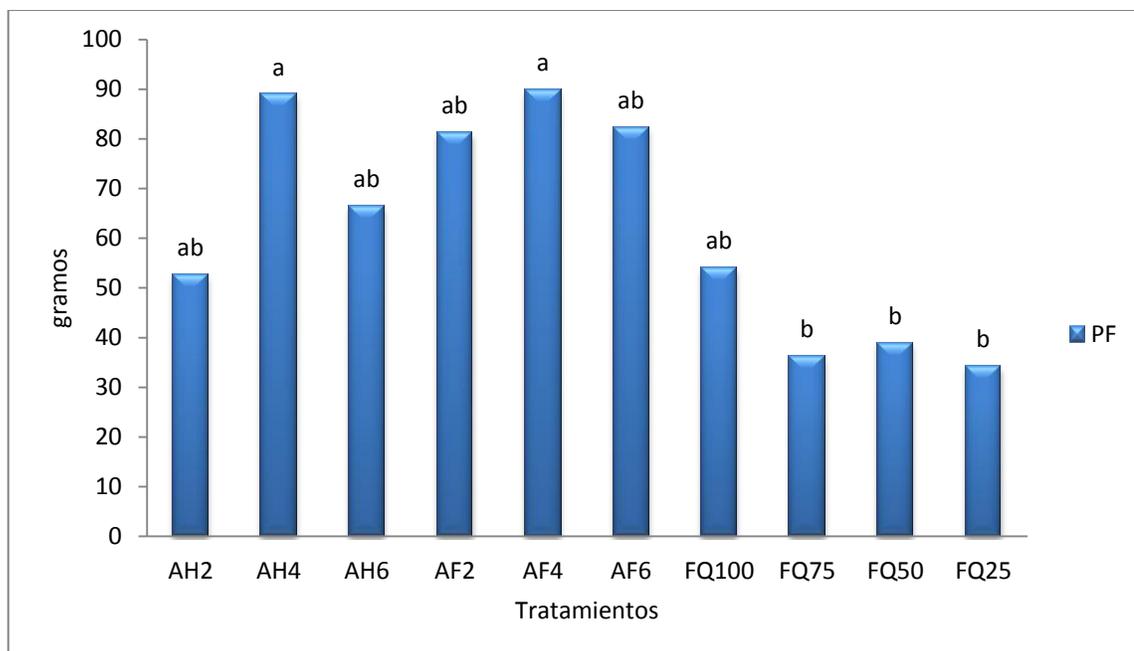


Figura 16. Peso de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En el DF, existe efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 15). Aquí, se observa que al aplicar los AH, sus valores aumentan muy poco, en función de la menor a la mayor dosis. Cuando se adicionaron los AF y la FQ, los valores presentaron distribución casi normal. Sin embargo, el mejor tratamiento se obtuvo al agregar 6 ml.litro^{-1} de agua de AH, ya que presentó el valor superior y se adelantó al testigo en 15 por ciento (Figura 17).

Cuadro 15. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	1.716	0.191	2.389	0.028 *
Error	40	3.192	0.079		
Total	49	4.908			

C.V. = 11.33 %

En la variable LF, estadísticamente hay diferencia altamente significativa por efecto de los tratamientos (Cuadro 16). Gráficamente se puede observar que los tratamientos con AH y AF, presentaron una distribución normal en las dosis. En cuanto a la FQ, los valores disminuyen muy poco, sin mucha diferencia a los demás tratamientos. Sin embargo, el mejor tratamiento se obtuvo al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AF, sobrepasando por muy poco a todos los demás tratamientos y al testigo en 15.38 por ciento (Figura 17).

Cuadro 16. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	28.263	3.140	3.092	0.007 **
Error	40	40.619	1.015		
Total	49	68.883			

C.V. = 13.72 %

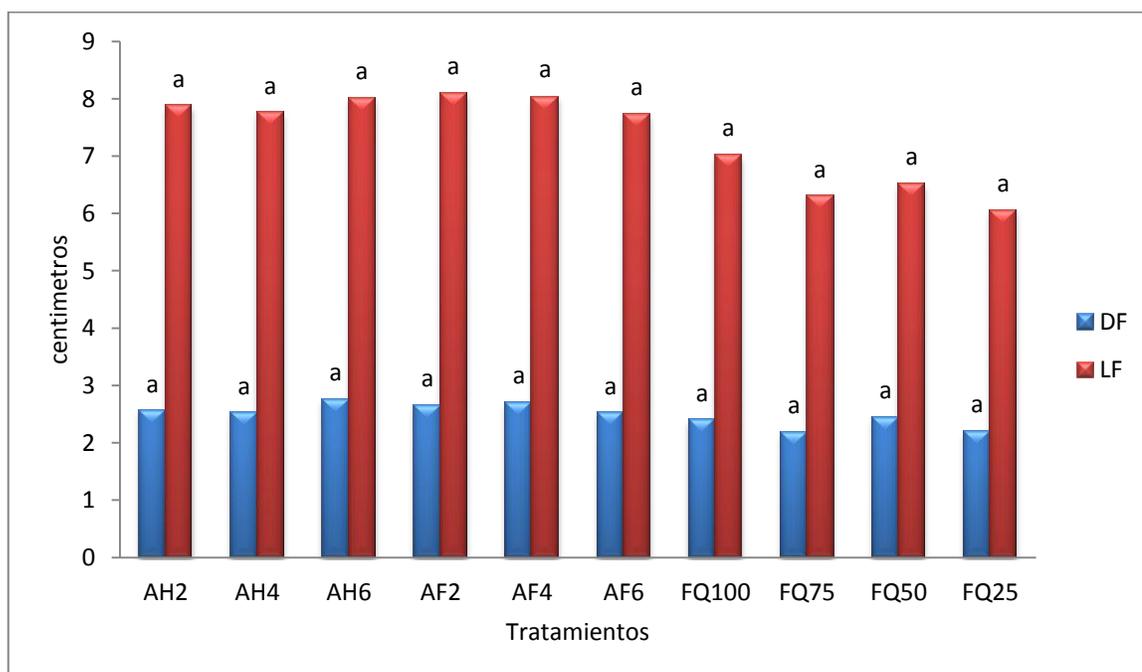


Figura 17. Diámetro y longitud de fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En la variable sólidos solubles totales, existe diferencia altamente significativa por efecto de los tratamientos (Cuadro 17); sin embargo, de forma general, al aplicar los AH, los valores disminuyeron, en función de la menor a la mayor dosis. Cuando se adicionaron los AF, en dosis de 2 a 4 ml, los valores aumentaron, pero al seguir aumentando la dosis a 6 ml, el valor disminuyó. En la FQ, los valores presentaron distribución casi normal en sus valores. El mejor tratamiento se obtuvo al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de agua de AF, superando al testigo en 57.79 por ciento (Figura 18).

Cuadro 17. Análisis de varianza de sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	32.007	3.556	3.355	0.004 **
Error	40	42.400	1.060		
Total	49	74.407			

C.V. = 19.48 %

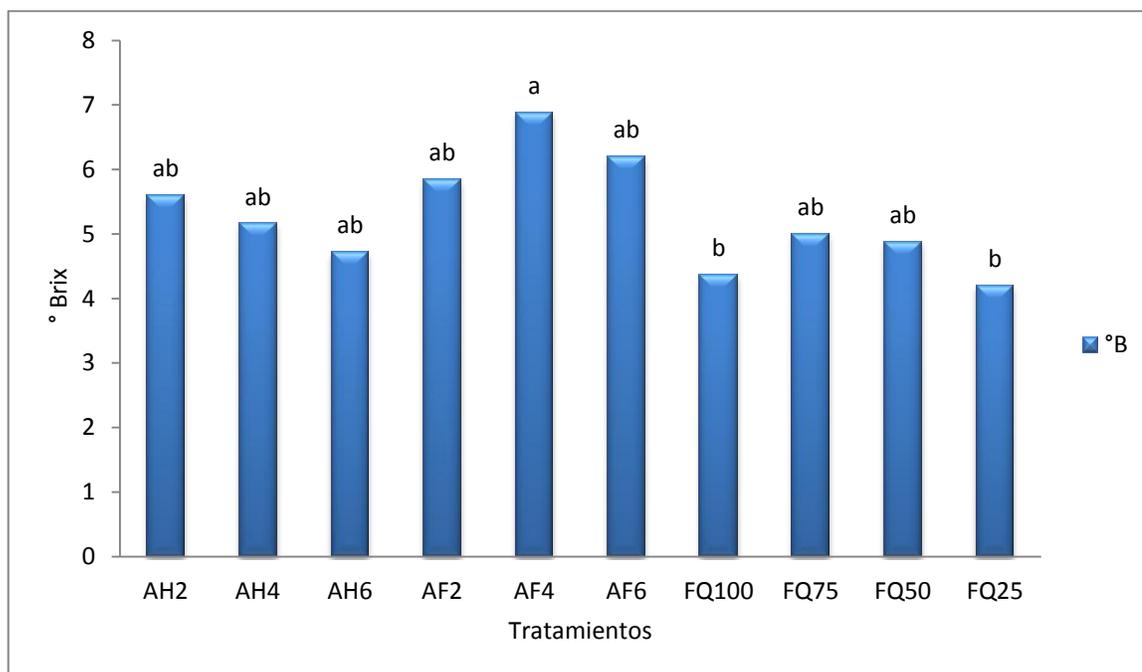


Figura 18. Sólidos solubles totales del fruto de calabacita larga Grey zucchini, en el cuarto corte, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En el PFH, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 18). Aquí, se observa que al aplicar las dosis de 2 y 4 ml de AH, los valores aumentaron, sin embargo en la dosis de 6 ml, su valor decae. Al adicionar los AF, presentaron un comportamiento descendiente, en función de la menor a la mayor dosis. En la FQ, se observa un aumento en sus valores en dosis de 100, 75 y 50 por ciento. De manera particular, se tiene que al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AF, se presentó el valor superior y aventajo al testigo en 39.99 por ciento (Figura 19).

Cuadro 18. Análisis de varianza de peso fresco de hoja de calabacita Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	808.594	89.844	3.361	0.004 **
Error	40	1069.404	26.735		
Total	49	1877.998			

C.V. = 22.51 %

Para el PSH, existe efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 19). Aquí, se observa que al ser aplicados los AH, los valores presentaron distribución casi normal. Cuando se adicionaron las dosis en aumento de los AF, los valores disminuyeron minuciosamente. Al aplicar la FQ, el menor valor se encontró al agregar la dosis de 25 por ciento, presentando un comportamiento equilibrado en las demás dosis. El mejor tratamiento se encontró al aplicar la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de agua de AF, ya que sobrepasó al testigo en 18 por ciento (Figura 19).

Cuadro 19. Análisis de varianza de peso seco de hoja de calabacita Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	13.874	1.541	2.979	0.008 **
Error	40	20.695	0.517		
Total	49	34.569			

C.V. = 18 %

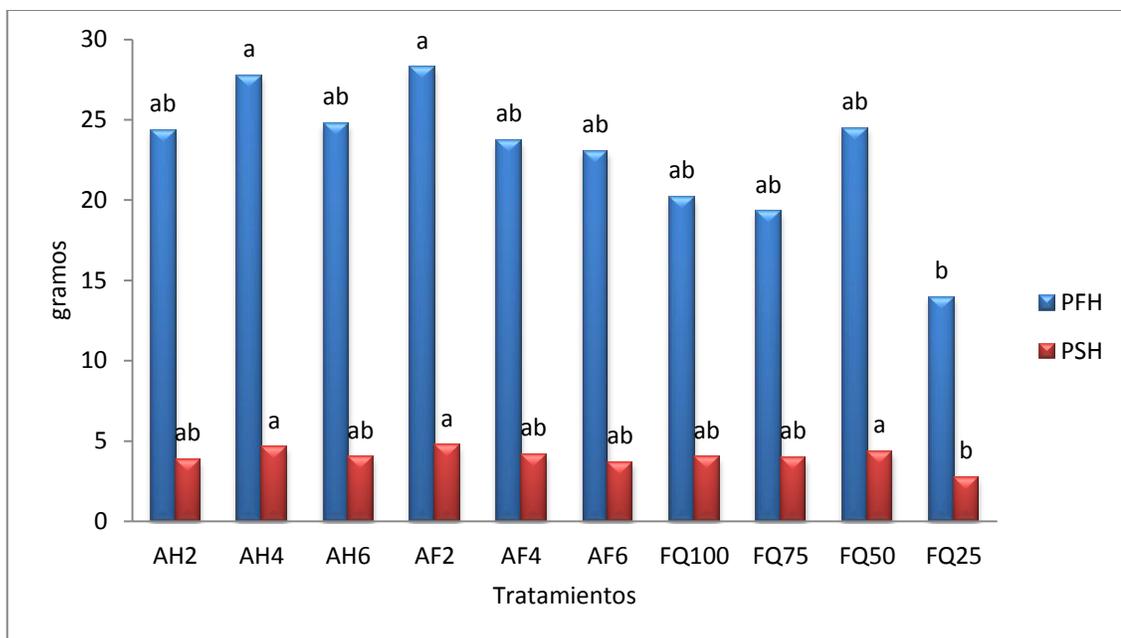


Figura 19. Peso fresco y seco de hoja de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

En la variable PFR, hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 20); sin embargo, de forma general, al aplicar las dosis de 2 y 4 ml de AH, los valores descienden considerablemente, incrementándose nuevamente en la dosis de 6 ml. Cuando se adicionaron los AF, los valores para esta variable se mantuvieron equilibrados sin sobrepasar los 80 gramos. En cuanto a la FQ, las dosis de 100 y 50 por ciento, alcanzan los valores más altos para estos compuestos, sin embargo la dosis más baja se obtuvo al aplicar la dosis al 25 por ciento. De manera particular, se tiene que al agregar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, se presentó el mayor valor y aventajo al testigo en un 15.68 por ciento (Figura 20).

Cuadro 20. Análisis de varianza de peso fresco de raíz de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	4283.955	475.955	2.120	0.050 *
Error	40	8980.094	224.502		
Total	49	13263.688			

C.V. = 20.61 %

En el PSR, estadísticamente existe efecto significativo entre los tratamientos (Cuadro 21). Aquí, se observa que al ser aplicados los AH, los valores disminuyen, en función de la menor a la mayor dosis. Al aplicar AF, los valores se mantienen equilibrados sin sobrepasar los 20 gramos. Al adicionar FQ, los valores disminuyen en función de la mayor a la menor dosis, siendo esta última el menor valor para estos compuestos. El mejor tratamiento resulto al aplicar 2 ml.litro⁻¹ de agua de AH, superando a todos los demás tratamientos y al testigo en 15.89 por ciento (Figura 20).

Cuadro 21. Análisis de varianza de peso seco de raíz de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

FV	gl	SC	CM	F	pr(>F)
Tratamientos	9	266.941	29.660	2.124	0.050 *
Error	40	558.602	13.965		
Total	49	825.543			

C.V. = 20.55 %

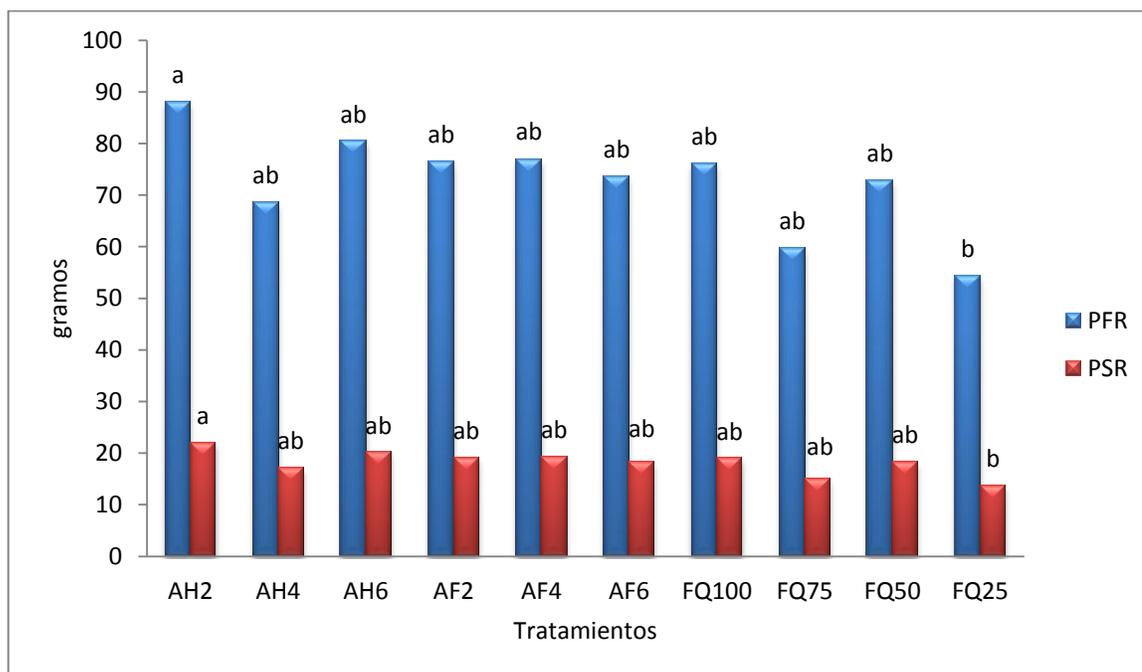


Figura 20. Peso fresco y seco de raíz de calabacita larga Grey zucchini, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

A manera de discusión, de forma general, se puede establecer que en las variables medidas al fruto, los AF realizaron efecto positivo en la mayor cantidad de variables medidas, en comparación con los AH. Así, con respecto al peso de fruto, el mayor efecto lo realizaron los AF, en dosis de 4 ml.litro⁻¹ en el primer y cuarto corte y en 2 ml.litro⁻¹ en el tercero; sin embargo, en esta misma variable los AH registraron efecto en el segundo corte con la dosis de 2 ml.litro⁻¹. En cuanto al diámetro de fruto, el superior efecto se presentó al aplicar 4 ml.litro⁻¹ de AF en el primer y tercer corte, mientras que los AH lo efectuaron en el segundo y cuarto corte con las dosis de 2 y 6 ml.litro⁻¹, respectivamente. En la longitud de fruto, con la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de AH, se presentaron los máximos valores en los primeros tres cortes; a la misma dosis, pero los AF actuaron en el cuarto corte. Los AF a la dosis de 4 ml.litro⁻¹, realizaron efecto en la cantidad de sólidos solubles totales, en el primero, segundo y cuarto, y la dosis de 2 ml.litro⁻¹ de los AH, realizó el mayor efecto en el tercer corte.

Lo anterior concuerda con lo establecido por, Aganga y Tshwenyane (2003), donde 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. Además, Hancock (1999) y Neri *et al.* (2002), mencionan que la aplicación de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos durante la fructificación, estimula la acumulación de pigmentación y ayuda a que las hojas tengan una mayor eficiencia fotosintética, lo que ayuda a tener frutos de mayor calidad, debido a que en esta etapa, hay mayor demanda de carbohidratos y nutrientes y Ramos (2000), establece, que estas sustancias tienen efectos sobre los parámetros de calidad de frutos, que se traduce en un aumento de la acidez, los sólidos solubles totales y la vitamina C.

Las sustancias húmicas, tienen como principal efecto estimulante, aumentar la absorción de macronutrimentos, gracias al papel quelatante que ejercen; de tal forma que, Moreno (2013), registra efecto positivo de AF en el diámetro, longitud, peso y número frutos de chile jalapeño, variedad "M". Además, Karakurt *et al.* (2009),

determina que con la adición de AH, hay éxito en el rendimiento al utilizarlos en la producción de chile pimiento, cultivado orgánicamente y mejoran la calidad del fruto.

En el peso fresco y seco de la hoja, se presentaron efectos positivos al aplicar 2 ml.litro⁻¹ de ácidos fúlvicos, estos resultados son similares a los obtenidos por Pacheco (2013), donde encontró efecto al aplicar similar dosis de ácidos fúlvicos, pero le agregó magnesio a la cantidad de uno por ciento. En cuanto al peso fresco y seco de raíz, el efecto superior se presentó al adicionar 2 ml.litro⁻¹ de los ácidos húmicos. Estos compuestos orgánicos, en las raíces, aumentan la capacidad de absorción de elementos nutritivos, que junto con el incremento de la fotosíntesis de sus hojas, aumenta el vigor y la productividad (www.acidoshumicos.com/blog/acidos-humicos/).

De acuerdo a los trabajos realizados por David *et al.* (1994), reportaron que en plantas de tomate con adición de 1280 mg.L⁻¹ de ácidos húmicos, incrementaron significativamente los brotes, el P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn en estos órganos y en raíces, el N, Ca, Fe y Cu. También, los pesos secos y frescos. Esto es posible, gracias a que los ácidos húmicos y fúlvicos poseen grupos funcionales libres, principalmente oxigenados, que están involucrados en reacciones con metales y minerales, los que proveen elementos nutrimentales y los ponen disponibles para las raíces de los vegetales (Orlov, 1995; Schnitzer, 2000). Es decir, pueden complejar y/o quelatar cationes.

CONCLUSIÓN

Los ácidos fúlvicos de leonardita, con la dosis media, realizaron efecto positivo en el peso y sólidos solubles totales del fruto y con la dosis más baja, en el peso fresco y seco de hoja; mientras que, con la dosis más inferior de los ácidos húmicos, se obtuvieron los efectos en la longitud del fruto, peso fresco y seco de raíz. Ambos compuestos lo efectuaron en el diámetro del fruto.

LITERATURA CITADA

- Ácidos húmicos, disponible en: www.acidoshumicos.com/blog/acidos-humicos/, consultado el 10 de octubre del 2013.
- Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L., MacCarthy, P. 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. In humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation and characterization. G. R. Aiken et al. (Eds) Wiley-interscience, New York. Pp. 1 – 9.
- Aganga, A. A., y Tshwenyane, S. O. 2003. Lucerne, lablab and leucaena leucocephala forages: production and utilization for livestock production. Pakistan Journal of Nutrition 2: 46 – 53.
- 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.
- Andrés, R. I. M. 2012. Estudio preliminar para el desarrollo de una colección de mutantes en calabacín (*Cucúrbita pepo*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. Almería, España. Pp. 19 - 29.
- 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.
- Barancikova, G., Senesi, N., Brunetti, G. 1997. Chemical and spectroscopic characterization of humic acids isolated from different Slovak soil types. Geoderma. 78 (3-4): 251-266.
- Bellapart, C. 1996. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundi-prensa. Barcelona, España. P. 298.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-prensa, Barcelona, España. P. 150.
- 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.
- Cadahía, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. Pp. 127 -129.

- Chen, Y., y Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop science, selecte readings. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America (Eds.). Madison, Wisconsin, U.S.A. Pp. 161 – 186.
- 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. 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 Saussure, T. 1804. *Recherches chimiques sur la vegetation*. Paris.
- Drozd, J., y Weber. 1996. The role of humic substances in the ecosystem and in enviromental protection. Proc. 8th Meeting of the IHSS. Wroclaw.
- FAO, 2011. Estadísticas de producción mundial de calabazas, zapallos y calabazas confitera, disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>, consultado el 5 de septiembre del 2013.
- Fernandez, V. H. 1968. The actino of humic acids of different sources on the development of plants and their affect 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.
- Gallardo, J. 1982. La materia orgánica del suelo, su importancia en suelos naturales y cultivados. *Temas de divulgación*. Instituto de orientación y asistencia técnica del oeste, No. 6, Salamanca.
- García, C. 1990. Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.
- Guenkov, G. 1974. *Fundamentos de horticultura cubana*. Instituto cubana del libro la Habana, Cuba.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-prensa. Bilbao, España. P. 206.

- 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.
- Hancock, J. F. 1999. Strawberries. University Press, Cambridge: pp. 237.
- Hortalizas de estación cálida, disponible en: http://www7.uc.cl/sw_educ/hortalizas/html/, consultado el 10 de septiembre del 2013.
- Kalbitz, K., Popp, P., Geyer, W., Hanschmann, G. 1997. HCH mobilization in polluted wetland soils as influenced by dissolved organic matter. *The Science of the Total Environment*. 204: 37 - 48.
- Karakurt, Y., Hunlu, H. Padem, H. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculture Scandinavica, Section B-plant Soil, Science*, vol. 59, ISSUE 3.
- Labrador, M. J. 2001. La materia orgánica en los ecosistemas. Madrid, España. P. 293.
- Landeros, F. 1993. Monografía de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos. Tesis. Área de Hortalizas y Flores. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. P. 145.
- León, G., H. y Aerosemena, D. M. 1980. El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán. Culiacán, Sinaloa. INEA-SARH. P. 183.
- Lira, S. R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. IPGRI. Instituto de Biología. UNAM, México. Pp. 12- 17.
- López, R. R. 2003. Control químico de la maleza en el cultivo de la calabacita (*cucúrbita pepo L*) var. Gray zucchini en Chapingo, México. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 4-5.
- MacCarthy, P., Clapp, C. E., Malcolm, R. L., Bloom, P. R. 1990. An introduction to soil humic substances. Pp. 161-186 in humic substances in soil and crop sciences: selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcom, P. R. Bloom (Eds). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
- Martínez, A. M. 2001. El cultivo de la calabacita (*Cucurbita pepo L.*) en México. Monografía, Especialidad Ingeniero Agrónomo en Producción. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P.3-6.

- Melo, L. L. 2006. Análisis y caracterización de ácidos fúlvicos y su interacción con algunos metales pesados. Trabajo de Investigación. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Pachuca de Soto, Hidalgo.
- Morales, M. J. 2003. Efecto de la aplicación de sustancias húmicas en el cultivo de liliium (liliiumhibrido asiatico). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. P. 170.
- Moreno, M., M. J. 2013. Efectividad de Sustancias Húmicas de Leonardita en la Producción y Calidad de Chile Jalapeño. Tesis de licenciatura, especialidad de Ingeniero Agrícola y Ambiental. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P. 32.
- Neri D., E. M. Londolini, G. Savini, P. Sabbatini, G. Bonanomi and F. Zucchini. 2002. Foliar Application of Humic Acids on Strawberry (cv Onda). Acta Hort. 594.
- Ocio, J. A., y Brookers, P. C. 1990. Soil Biological Biochemistry, 22, 685.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marin, Nuevo León.
- Orlov, D. S. 1995. Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT. USA.
- Pacheco, D. V. 2013. Comportamiento de Fulvatos de Magnesio en la Absorción de Algunos Nutrimientos por el Tomate en Invernadero. Tesis de Licenciatura, Especialidad en Ingeniero Agrícola y Ambiental. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P. 45.
- Paris, H. S. 1989. Historical records, origins and development of edible cultivar groups of *cucurbita pepo* (cucurbitaceae). Economic Botanic 43 (4), 2423 – 443.
- Paris, H. S. 2001. History of the cultivar-groups of Cucurbita pepo. In Horticultural Reviews. Vol. 25. p. 71-170.
- Paris, H. S. y Janick, J. 2005. Early evidence for the culinary use of squash flowers in Italy. Chronica Horticulturae 45 (2), 20 – 21.
- 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.
- 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. y MacCarthy, P. 1988. Comments of the literatura of the humin fraction of humus. *Geoderma*. 43, 65 – 73.
- Rojas, K. 2006. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. Tesis de Grado. Ingeniería Ambiental. Universidad Católica Boliviana San Pablo.
- Rosales, L. R. 2007. Caracterización del proceso de abscisión floral en *cucúrbita pepo*. Memoria Doctoral. Universidad de Granada, Granada. P. 3-4.
- Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed). *Advance in Agronomy*. Academic Press, 68: 3-58.
- Schnitzer, M. 2001. The in situ analysis of organic matter in soils. *Canadian Journal of Soil Science* 81: 249 – 254.
- Sedano, G., González, V. A., Engleman, E. M., Villanueva, C. 2005. Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, Julio- Diciembre, año/vol. 11, numero 002. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 291-297.
- Senesi, N., Miano, T. M., Provenzano, M. R., Brunetti, G. 1989. Spectroscopic and compositional comparative characterization of I.H.S.S. reference and standard fulvic and humic acids of various origin. *Sci. Total Environ.* 81/82: 143-156.
- Senesi, N. y Miano, T. M. 1995. The role of abiotic interactions with humic substances on the environmental impact of organic pollutants. In *environmental impact of soil component interactions. Natural and antropogenic organic*. P. M. Huang, J. Berthelin, J. M. Bollag, W. B. McGill, A. L. Page (Eds). Lewis Publishers. CRC Press. Inc. Boca Raton.
- SIAP-SAGARPA, 2011. Estadísticas de SAGARPA de producción de calabacita en México, disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351, consultado el 5 de septiembre del 2013.
- Sladky, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. *Biol. Plant.* 1, 142 – 150.
- Sociedad Internacional de Substancias Húmicas, 2013. ¿Qué son las substancias húmicas?, disponible en: <http://www.humicsubstances.org/>, consultado el 23 de octubre del 2013.

- Stevenson, F. J. 1982. Humus chemistry, Wiley, New York, Estados Unidos.
- Stevenson, F. J. 1984. Humus chemistry: Genesis, composition and reactions. Wiley, New York, USA.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.
- Terry, E., Nuñez, M., Pino, A. M., Medina, N. 2001. Efectividad de la combinación biofertilizantes - análogo de brasinoesteroides en la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). Cultivos tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Vol. 22, numero 002. La Habana, Cuba. Pp. 59 – 65.
- Tisdale, S. L. y Nelson, W. 1966. Soil fertility and fertilizers. Segunda edición. Macmillan Company. New York, Estados Unidos. P. 694.
- Tradecorp, 2001. Informe Técnico Humistar. España.
- Valadez, L. A. 1994. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México, D.F. Pp. 23, 223-233.
- 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 Activity, Martinus Nijhoff/Junk W, Dordrecht, The Netherlands.
- Vavilov, N.I. 1951. Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Roland Prees, New York. U.S.A. Pp. 90-99.
- Veranini, Z. y Pinton, R. 2000. Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In the rhizosphere. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface. Pinton, R., Varanini, Z. and Nannipieri, P. (Eds.) Marcel Dekker. Pp. 141 – 158.
- Vivas, M. J. 2001. Mejora del desarrollo y la producción vegetal por bioestimuladores. Sustancias húmicas comerciales y alcoholes. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Wang, D. Y., Qing, C. L., Guo, T. Y., Guo, T. J. 1997. Effects of humic acid on transport and transformation of mercury in soil- plant system. Water, Air and Soil Pollution. 95:35-43.
- Whitaker, T. W. and Davis, G. N. 1962. Cucurbits. botany, cultivation and utilization. Leonard Hill Books Ltd. England.

Zsolnay, A. 2003. Dissolved organic matter: artefacts, definition and functions. *Geoderma* 113: 187 - 209.

Zysset, M., y Berggren, D. 2001. Retention and release of dissolved organic matter in podzol B horizons. *European J. Soil Sci.* 52_ 409 – 421.