

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efectividad de Sustancias Húmicas de Leonardita en la Calidad de Calabacita
Variedad "Grey zucchini"

Por:

ANTONIO AGUILAR RAMIREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efectividad de Sustancias Húmicas de Leonardita en la Calidad de Calabacita
Variedad "Grey zucchini"

Por:

ANTONIO AGUILAR RAMIREZ

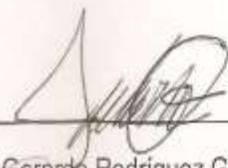
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

~~Aprobada~~

~~Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Asesor Principal~~


Dr. Ruben López Cervantes
Coasesor


Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme bendecido con la vida, la fortaleza, salud y capacidad para poder lograr esta meta.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro mi “Alma Terra Mater” cuna del saber y generación del conocimiento en pro del agro Mexicano.

Al Dr. Víctor Manuel Reyes Salas, por su apoyo en la realización de este trabajo y mi formación académica.

Al Dr. Rubén López Cervantes, por permitirme trabajar en su proyecto, trabajando así conjuntamente en el desarrollo del mismo.

Al Ing. Gerardo Rodríguez Galindo, por su apoyo en la realización de este trabajo y mi instancia en la universidad.

DEDICATORIAS

Este trábalo lo dedico primeramente a Dios, quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Gracias de todo corazón, por permitirme ser, por las pruebas que me hacen crecer como persona y ser humano, permitiéndome dar lo mejor de mí.

También dedico este trabajo a mis padres que con sus sabios consejos, amor, comprensión y apoyo siempre están conmigo guiando mi caminar. He llegado a la meta propuesta, la cual para los míos y yo es muy gratificante.

A mis padres con cariño y amor

Germán Aguilar López

America Ramírez Hernández (+)

Gracias

A mis hermanos (as), por su amor, apoyo moral y confianza que me han brindado siempre. Coquí, Lore, Migue y Aní (+)

A mis abuelos, tíos, cuñados, primos, sobrinos y amigos

Que de alguna forma contribuyeron en la culminación de esta meta. Por la amistad que me han brindado siempre y la gran convivencia que he tenido con ellos.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIAS	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS.....	3
General	3
Específico.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Clasificación Taxonómica	4
Características Botánicas	4
Valor Nutricional.....	5
El cultivo de la Calabacita (<i>Cucúrbita pepo</i> L)	5
Origen e Historia	6
Importancia	7
Las Substancias Húmicas.....	8
Ácidos Húmicos	11
Ácidos Fúlvicos	12
Efecto de las Sustancias Húmicas	13
Sobre el Suelo	14
En la Planta	15
MATERIALES Y METODOS.....	17

Localización del Área Experimental	17
Metodología	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Altura de Planta.....	20
Diámetro de Tallo.....	21
Número de Flores Masculinas.....	22
Número de Flores Femeninas.....	24
Número de Frutos	25
Peso de Fruto.....	26
Diámetro de Fruto	27
Longitud de Fruto.....	29
Firmeza de Fruto.....	30
Sólidos Solubles Totales.....	31
CONCLUSION	33
LITERATURA CITADA.....	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional de la calabacita por cada 100 g de producto comercial (Infoagro, 2003).....	5
Cuadro 2. Tratamientos adicionados a la calabacita “Grey zucchini”.....	18
Cuadro 3. Fertilización química aplicada a la calabacita, variedad “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.	19
Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de planta de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	20
Cuadro 5. Análisis de varianza del diámetro de tallo de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	22
Cuadro 6. Análisis de varianza de número de flores masculinas de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	23
Cuadro 7. Análisis de varianza número de flores femeninas de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	24
Cuadro 8. Análisis de varianza número de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.....	26
Cuadro 9. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.....	27
Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	28
Cuadro 11. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	29
Cuadro 12. Análisis de varianza de firmeza de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.	30
Cuadro 13. Análisis de varianza de °Brix de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.....	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de frutos de las ocho variedades de C. pepo.....	6
Figura 2. Distintas fracciones orgánicas en el suelo tomada de Drozd y weber(1996).	9
Figura 3. Fraccionamiento de las sustancias húmicas en función de la solubilidad a diferentes pH (Stevenson, 1994).....	11
Figura 4. Estructura química del ácido húmico propuesta por Stevenson (1982).	12
Figura 5. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffleet al. (1977).....	13
Figura 6. Localización del área experimental.	17
Figura 7. Altura de planta de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas. ...	21
Figura 8. Diámetro de tallo de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas. ...	22
Figura 8. Número de flores masculinas de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas.....	23
Figura 9. Número de flores femeninas de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas.....	25
Figura 10. Número de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.	26
Figura 11. Peso de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.....	27
Figura 12. Diámetro de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas. ...	28
Figura 13. Longitud de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas. ...	30
Figura 14. Firmeza de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.....	31
Figura 15. Sólidos solubles totales de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.....	32

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el comportamiento de los ácidos húmicos y fúlvicos en la producción y calidad de la calabacita, se germinaron semillas de calabacita de la variedad “*grey succiny*” en charolas de plástico de 30 cavidades; cuando la plántula alcanzó 20 cm de altura y 3 hojas verdaderas, fue trasplantada en macetas de plástico que contenían 20 kg de una mezcla de suelo con pH de 8.2, hojarasca y peat moss (relación 1:1:1 v/v). los tratamientos fueron 4, 8 y 12 ml.L⁻¹ de ácidos húmicos (AH), y las mismas dosis con ácidos fúlvicos (AF), dos soluciones nutritivas, 50% (TQ50) y un testigo del 100% (T), Las variables medidas a la planta fueron: altura (AP), diámetro de tallo (DT), número de flores masculinas (Fm) y femeninas (Ff), al fruto: diámetro (DF), longitud (LF), firmeza (FF), peso (PF) y sólidos solubles totales (SST-°Brix). Tres evaluaciones fueron realizadas. Se encontró que al adicionar la dosis de 12 ml.L⁻¹ de AH superó al testigo en 11 % en la variable AP, en la variable DT al adicionar la dosis de 4 ml.L⁻¹ de AF superó al testigo en 5 %, para la variable Fm al aplicar 12 ml.L⁻¹ de AF superó en 57 % al testigo, en Ff se encontró que al adicionar la dosis de 12 ml.L⁻¹ de AH y AF, ambos superaron en 8 % al testigo, para la variable NF se encontró que al adicionar la dosis de 12 ml.L⁻¹ de AH superó al testigo en un 10 %, en las variables PF y DF al aplicar los tratamientos no hubo efecto positivo en relación al testigo, para la variable LF se encontró que al aplicar 4 ml.L⁻¹ de AF superó al testigo en 3 %, en la variable FF al adicionar 12 ml.L⁻¹ de AH superó al testigo en 4 %, para la variable SST-°Brix se encontró que al aplicar la dosis de 8ml.litro⁻¹ de AF, superó al testigo en un 26 %. La dosis alta de los ácidos húmicos, realizaron efecto positivo en la altura de planta, flores masculinas y femeninas, número de frutos y firmeza; mientras que, las dosis baja de los ácidos fúlvicos lo efectuaron en el diámetro del tallo y longitud del fruto. La fertilización química lo realizó en el peso y diámetro del fruto.

Palabras claves: Fertilización orgánica, *Cucúrbita pepo*

INTRODUCCION

Los principales países productores de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.), son China, India y Rusia, mientras que México ocupa el noveno lugar a nivel mundial (Anónimo, 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 (Anónimo, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaria 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 México, en los últimos 10 años, la producción de hortalizas ha cobrado un auge sorprendente, porque aumentó la superficie sembrada, lo que demanda gran cantidad de mano de obra y por la captación de divisas que se generan al exportarlas a otros países, principalmente a Estados Unidos de América (Valadez, 1994). México, suministra más del 60 por ciento de todas las hortalizas frescas, incluida la calabacita, consumidas cada año por el país del Norte, durante los meses de diciembre a mayo (León y Aerosemena, 1980).

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.

La Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas (2013), dice que la 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) 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 sustancias, tienen efectos indirectos y directos en las plantas, de donde se obtienen los alimentos.

OBJETIVOS

General

Determinar la efectividad de sustancias húmicas de leonardita en la calidad de calabacita variedad "*Grey zucchini*"

Específico

Establecer la dosis óptima de la sustancia húmica de leonardita, que aumente la calidad de la calabacita variedad "*Grey zucchini*"

HIPÓTESIS

Al menos una dosis y un tipo de sustancia húmica, tiene efecto positivo en la calabacita variedad "*Grey zucchini*", al aumentar la calidad.

REVISION DE LITERATURA

Clasificación Taxonómica

Según Valadez (1994), es:

Reino:.....Plantae

División:.....Magnoliophyta

Clase:Magnoliopsida

Orden:Cucurbitales

Familia:Cucurbitaceae

Género:.....*Cucúrbita*

Especie:.....*C.pepo*

Nombre común: calabacita

La familia de las Cucurbitáceas, se considera plantas que son importantes como hortalizas; esta familia, cuenta con 90 géneros y 750 especies. Los frutos de esta familia, están constituidos en 90 por ciento de agua, la pulpa es rica en minerales y vitaminas, la cáscara es gruesa de algunas variedades y se usan como utensilios de cocina en el campo (Anónimo, Manual para la Educación Agropecuaria, 1997).

Características Botánicas

Esta hortaliza es una planta herbácea, anual, monoica, erecta y después rastrera, su sistema radicular consta tanto de raíz principal como secundarias que se desarrollan ampliamente. La raíz principal puede alcanzar profundidades de más de dos metros y las laterales a distancias de cuatro a cinco metros a partir de la raíz principal. Los tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo (hasta antes del tercer corte de frutos) y después se tornan rastreros; son angulares (cinco bordes o filos), cubiertos con bellos y pequeñas espinas puntiagudas de color blanco, pudiendo alcanzar una longitud de tres a siete metros (Valadez, 1990).

Las hojas se sostienen por medio de pecíolos largos y huecos; el limbo es grande y espinoso, presentan manchas blancas entre las nervaduras del limbo. Las flores masculinas tienen un pedúnculo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que lo tienen corto; los pétalos de ambas flores; son de color amarillo, en el centro y

anaranjado en los extremos, cuando inicia la floración las flores masculinas son las primeras que emergen (Gastier, 2000).

Montes (1980), indica que el fruto es una baya pepónide, de color blanquecino a ligeramente amarillo en la parte interior, y en el exterior de color verdiblanco, siendo el pedúnculo prismático y de cinco ángulos que llegan a ser en muchos casos costillas o bordes salientes fuertemente aguzadas y Ruiz (1979), menciona que las semillas de la calabacita, también llamadas pepitas, son de color blanco grisáceo uniforme y están provistas de un borde ancho, su tamaño varía de acuerdo a la variedad.

Valor Nutricional

Cuadro 1. Valor nutricional de la calabacita por cada 100 g de producto comercial
(Infoagro, 2003)

Compuesto	Contenido (%)
Agua (%)	90 – 95
Proteínas (g)	0.30 – 1.80
Glúcidos (g)	1.70 – 2.05
Lípidos (g)	0.20 – 0.40
Vitamina A (A.I)	100 – 400
Vitamina B1 (mg)	0.05 – 0.07
Vitamina B2 (mg)	0.04 – 0.09
Vitamina C (mg)	15 – 20
Fósforo (mg)	21
Calcio (mg)	18
Hierro (mg)	0.6
Valor energético (Kcal)	10 – 18.20

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 y Janick, 2005); la subsp.*ovifera*: se encuentra la variedad

Scallop, *Acorn*, *Crookneck* y *Straightneck* y la subsp. *pepo*: la variedad *Pumpkin*, *Vegetal marrow*, *Cocozelle* y *Zucchini* (Figura 1).

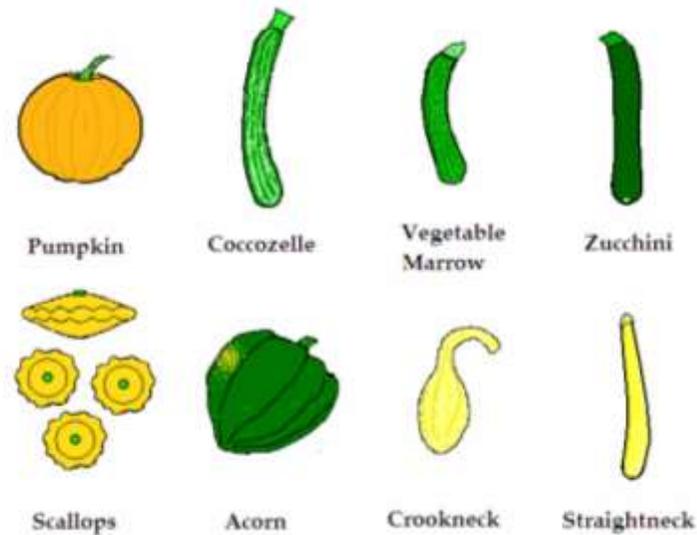


Figura 1. Representación de frutos de las ocho variedades de *C. pepo*.

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 y se convirtieron en la calabaza de verano más importante económicamente (Rosales, 2007).

Origen e Historia

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). También añade que, estas dos domesticaciones dieron lugar a dos linajes, que actualmente se clasifican como dos subespecies *C. pepo* ssp. *Pepo* y *C.peposp.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 y su fruto inmaduro, es 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 por 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).

Las 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 (Senesiet *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 y en soluciones alcalinas y/o ácidas (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) Huminas: 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.

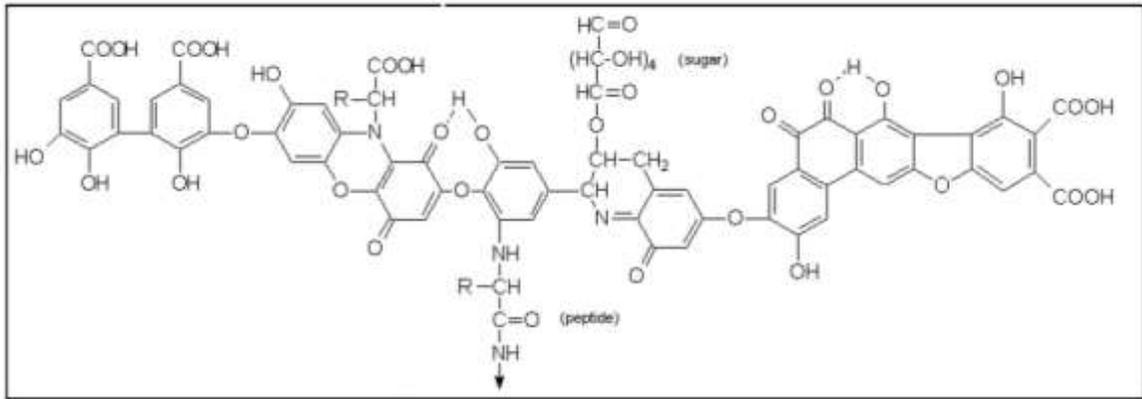


Figura 4. Estructura química del ácido húmico propuesta por Stevenson (1982).

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 $-COOH$, $-OH$ fenólicos, $-COO$ y $C=O$, 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 ($-COOH$) e hidroxílicos ($-OH$), presumiblemente fenólicos. Su estructura se presenta en la Figura 5.

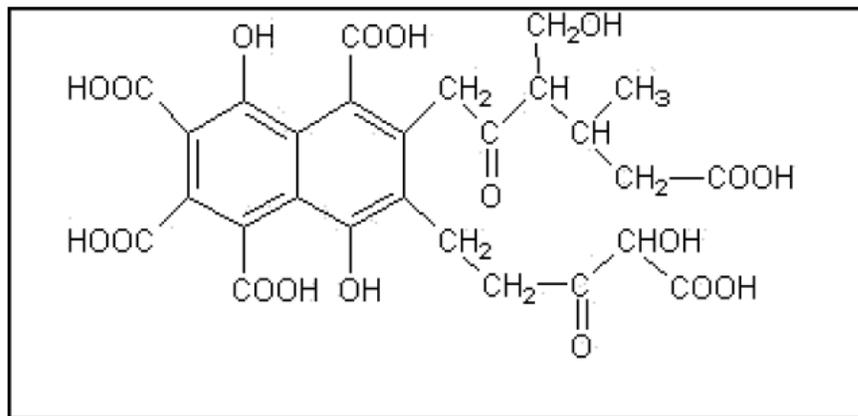


Figura 5. Estructura química del ácido fúlvico tomada de Buffleet al. (1977).

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, Csicsore *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. 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.

MATERIALES Y METODOS

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).

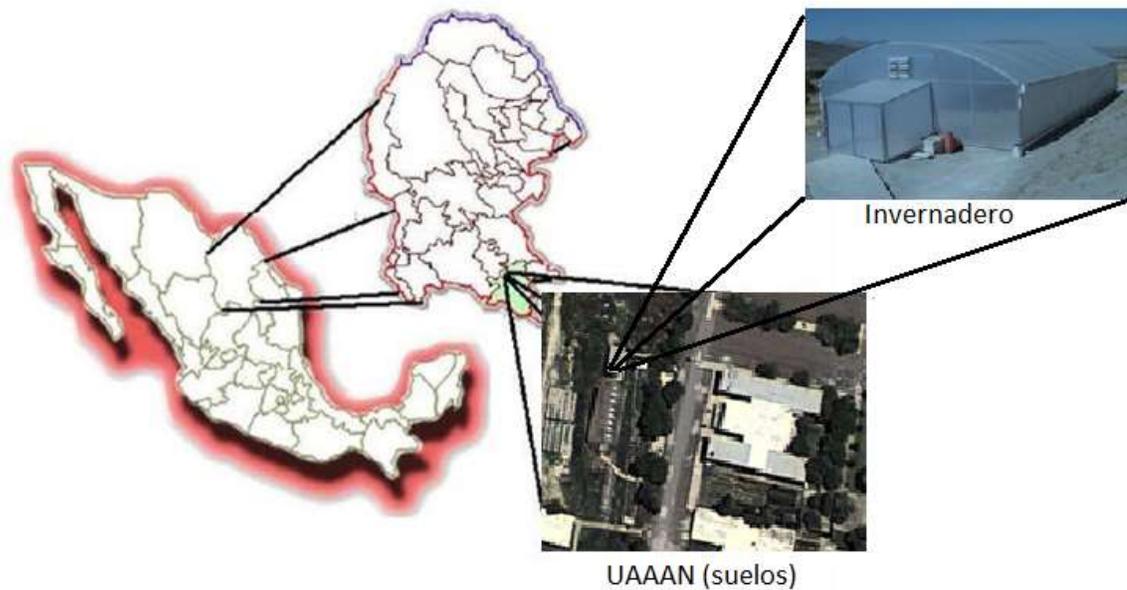


Figura 6. Localización del área experimental.

Metodología

Semillas de calabacita, de la variedad “Grey zucchini”, se sembraron en charolas de poliestireno de 36 cavidades, las que contenían como sustrato la mezcla de “peat moss” con “perlita” (relación 1:1 v/v). Cuando la plántula contenía un par de hojas verdaderas bien desarrolladas, se trasplantaron en macetas de plástico, que contenían 20 kg de una mezcla de suelo con pH de 8.2, hojarasca y aserrín de madera (relación 1:1:1 v/v).

Después de tres días del trasplante, a intervalos de siete días, se les adicionaron en tres ocasiones los tratamientos, que se presentan en el Cuadro 2; posteriormente, se realizaron cuatro aplicaciones de fertilización química, con los fertilizantes enunciados en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Tratamientos adicionados a la calabacita “Grey zucchini”.

Tratamiento	Dosis (ml.litro ⁻¹)
AH4	4 + FQ 100 %
AH8	8 + FQ 100 %
AH12	12 + FQ 100 %
AF4	4 + FQ 100 %
AF8	8 + FQ 100 %
AF12	12 + FQ 100 %
FQ	100 %
FQ	50 %

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

Cuadro 3. Fertilización química aplicada a la calabacita, variedad “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas de leonardita.

Fertilizante	Dosis (g.litro ⁻¹)
Nitrato de calcio	1.0
Nitrato de amonio	0.5
Fosfato mono amónico (MAP)	1.5
Sulfato de magnesio	1.0
Sulfato de cobre	0.5
Sulfato de zinc	0.5
Ácido bórico	0.3
Nitrato de potasio	1.0

Se efectuaron riegos diariamente, se controlaron las malezas de forma manual y de manera preventiva, se aplicó en dos ocasiones, un fungicida para contrarrestar el mildiu veloso.

Después de seis semanas de la siembra, se realizó el primer corte y se efectuaron otros dos cada semana; en total, fueron tres cortes. Las variables siguientes fueron medidas: a la planta: altura (AP), diámetro de tallo (DT), número de flores masculinas (Fm) y número de flores femeninas (Ff), y al fruto: peso (PF), diámetro (DF), longitud (LF) y el contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

El trabajo, se distribuyó de acuerdo a un Diseño Experimental Completamente al Azar, con ocho 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 por Tukey ($P \leq 0.05$); es decir, al 95 por ciento de confianza. Para esto se empleó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 9.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

En esta variable hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 4). En la Figura 7, se puede observar que con la adición de 12 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos húmicos, se superó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en 11 por ciento. Además, se determina que al aumentar la dosis de los ácidos húmicos, los valores también aumentaron; pero, con la agregación de los ácidos fúlvicos, conforme se aumentó las dosis, los valores disminuyeron. Los valores de la fertilización química, solo superaron a los de las dosis baja y media de los ácidos húmicos. Estos resultados, están de acuerdo con lo establecido por Fenech (2003), quien menciona que, particularmente el ácido húmico y el ácido fúlvico, de diversas fuentes, realizaron efecto positivo en el crecimiento de la planta de tomate, a través de la aceleración de los procesos respiratorios, ya que incrementan la permeabilidad de las células y por estimulación hormonal. También, se ha comprobado que los ácidos húmicos, manifiestan su actividad biológica de manera significativa, aún a bajas concentraciones en varios cultivos hortícolas; así, como los efectos positivos de los mismos, han demostrado favorecer el crecimiento del tallo (Calderín *et al.* 2009).

Cuadro 4. Análisis de varianza de altura de planta de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	120.3243575	17.1891939	3.18	0.0070**
Error	32	158.2217200	4.9444287		
Total	39	278.5460775			

C.V= 12.05 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

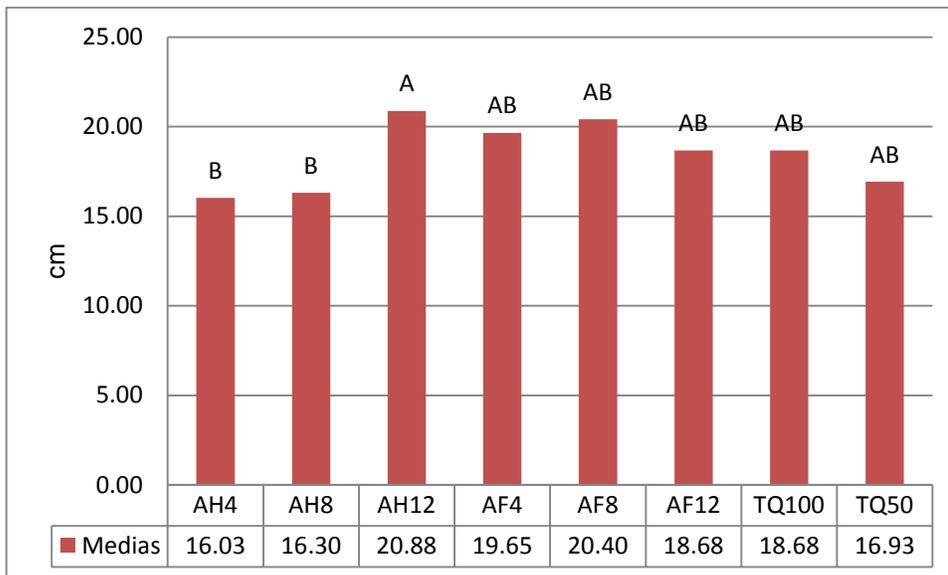


Figura 7. Altura de planta de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Diámetro de Tallo

En esta variable hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 5). En la figura 8, se puede observar que al aumentar la dosis de los ácidos húmicos, los valores aumentan, también con la aplicación de ácidos fúlvicos a dosis media, se obtienen superiores resultados que en dosis baja y alta; los valores más inferiores, se presentaron con la aplicación de la fertilización química al 50 por ciento. Con la agregación de 4 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, se aventajó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en cinco por ciento. Para Bernardo (2005), la aplicación de sustancias húmicas en tomate, estimulan el diámetro del tallo, estos ayudan a la planta a absorber fácilmente los nutrientes del suelo, proporcionando así, los requerimientos necesarios para el buen desarrollo y diámetro de tallo.

Cuadro 5. Análisis de varianza del diámetro de tallo de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	0.54961750	0.07851679	3.90	0.0036 **
Error	32	0.64492000	0.02015375		
Total	39	1.19453750			

C.V= 7.658201 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

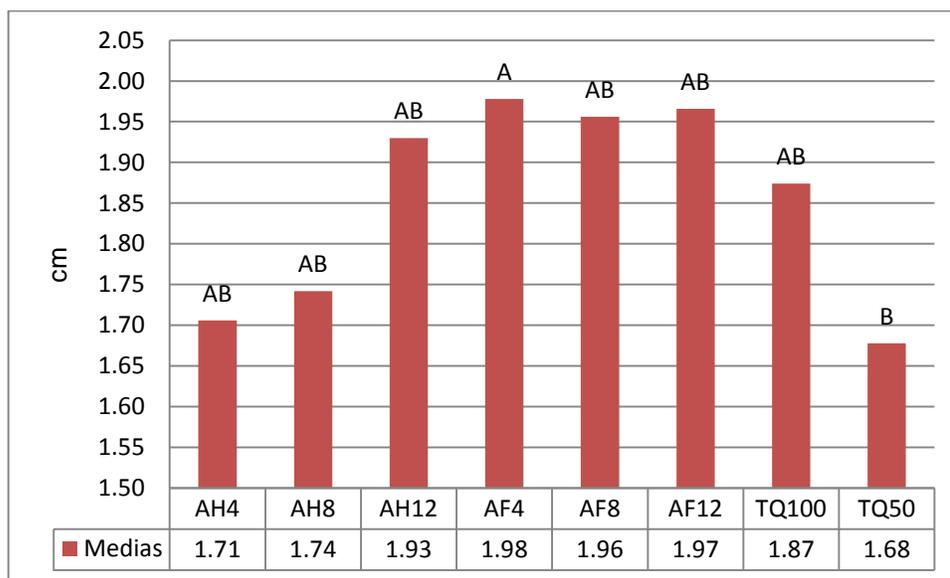


Figura 8. Diámetro de tallo de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Número de Flores Masculinas

En esta variable hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 6). En la Figura 8, se puede observar que con la adición de 12 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos húmicos, se superó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en 57 por ciento. Además, se determina que a la agregación de dosis media de los ácidos húmicos, los valores fueron menores que en dosis baja y alta, no así con los ácidos fúlvicos, en dosis media los valores fueron mayores que en dosis baja y alta. Los valores de la fertilización química al 100 por ciento, obtuvo los mismo resultados que con la aplicación de dosis baja de ácidos húmicos, mientras los valores más bajos se obtuvieron en la adición de fertilización química al 50 por

ciento. Estos resultados están de acuerdo con lo establecido por López (2010), quien reporta que en jitomate la aplicación de ácidos húmicos, aumento el número de flores por planta en un 40 a 145 por ciento. Debido a que estos ayudan a la asimilación de fósforo en las proporciones requeridas para la planta.

Cuadro 6. Análisis de varianza de número de flores masculinas de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	8.93593750	1.27656250	5.24	0.0005 **
Error	32	7.80000000	0.24375000		
Total	39	16.73593750			

C.V= 18.67463 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

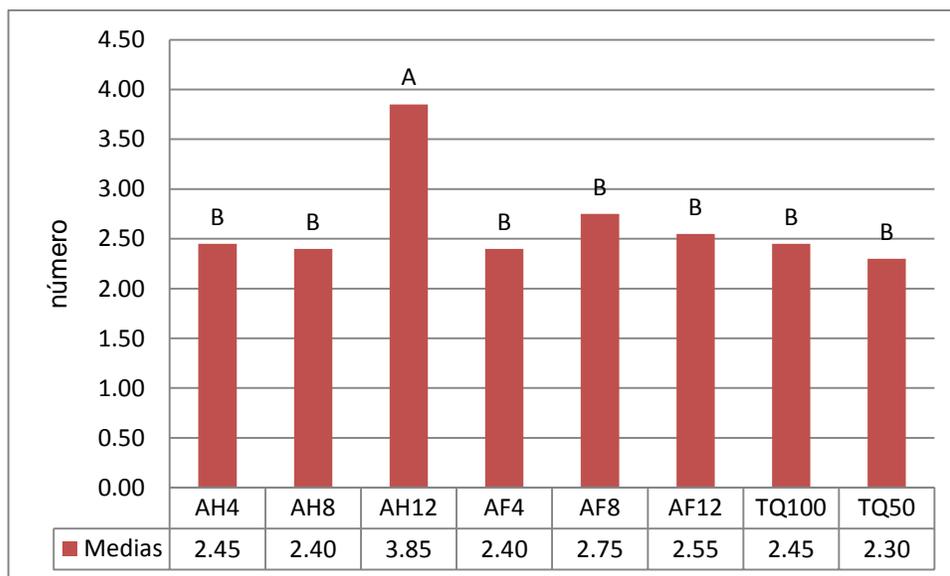


Figura 8. Número de flores masculinas de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Número de Flores Femeninas

En esta variable no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 7). En la Figura 9, se puede observar que al aumentar la dosis de los ácidos húmicos, los valores aumentan, también con la aplicación de ácidos fúlvicos se obtuvieron resultados similares, al aumentar la dosis los valores incrementaron, los valores de la fertilización química al 50 por ciento, supero a la dosis baja de los ácidos húmicos. Se puede observar que con la adición de 12 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos húmicos, y la misma dosis en ácidos fúlvicos, se superó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, ambos en ocho por ciento. Estos resultados no se asimilan con lo establecido por López (2010), quien reporta que en jitomate la aplicación de ácidos húmicos, aumento el número de flores por planta en un 40 a 145 por ciento. Debido a que estos ayudan a la asimilación de fosforo en las proporciones requeridas para la planta.

Cuadro 7. Análisis de varianza número de flores femeninas de la calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	1.65000000	0.23571429	2.45	0.0595 ^{NS}
Error	32	3.08000000	0.09625000		
Total	39	4.73000000			

C.V = 18.24952 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

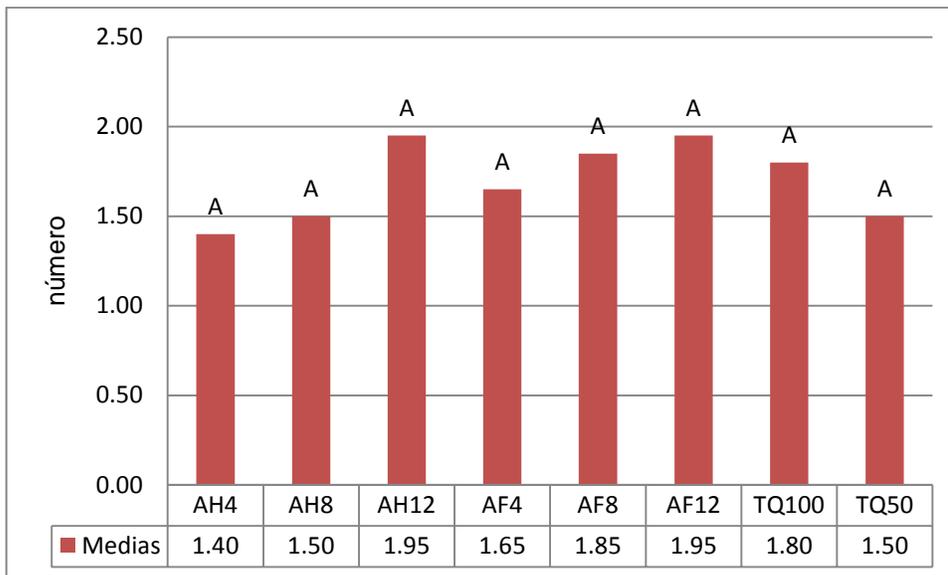


Figura 9. Número de flores femeninas de la calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Número de Frutos

En esta variable no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 8). En la Figura 10, se puede observar que con la adición de 12 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos húmicos, se superó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en uno por ciento. Además, se determina que a la agregación de la dosis media de los ácidos húmicos, los valores fueron menores que en las dosis baja y alta; no así, con los ácidos fúlvicos, que en la dosis media los valores fueron mayores que donde se adicionaron las dosis baja y alta. Los valores de la fertilización química, superaron las dosis baja y media de los ácidos húmicos y a las tres dosis de los ácidos fúlvicos. Estos resultados están de acuerdo con lo establecido por Fernández (2006) quien demostró, que la aplicación de humus líquido en tomate eleva la eficiencia de utilización de fertilizantes, para el caso del nitrógeno ésta se aumentó en un 20 por ciento, para el fósforo fue alrededor de un cuatro por ciento, mientras que fue muy efectivo en la absorción de potasio logrando incrementos en la eficiencia de hasta un 50 por ciento. Proporcionando a la planta los requerimientos necesarios, para el buen desarrollo, ayuda a una mejor fotosíntesis y se obtiene una mejor respuesta en el rendimiento.

Cuadro 8. Análisis de varianza número de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	0.82347000	0.11763857	1.53	0.1927 ^{NS}
Error	32	2.46012000	0.07687875		
Total	39	3.28359000			

C.V= 18.85550 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

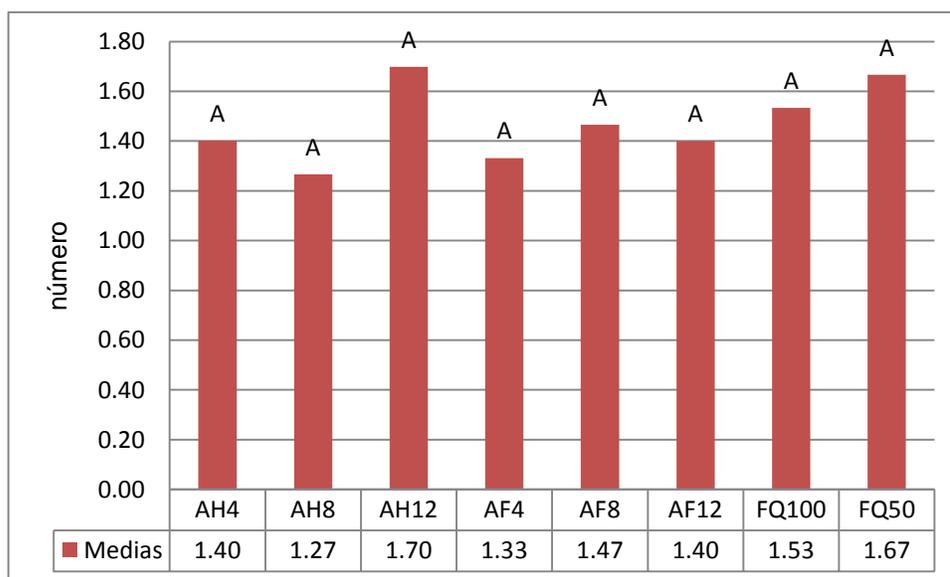


Figura 10. Número de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Peso de Fruto

En la variable hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 9). En la Figura 11, se puede observar que a la agregación de dosis media de los ácidos húmicos, los valores fueron menores que en dosis baja y alta, mientras que con la aplicación de los ácidos fúlvicos, en dosis baja los valores fueron mayores que en dosis media y alta, los resultados mas bajos, se encontraron con la agregación de fertilización química al 50 por ciento. Los valores mayores se encontraron con la adición de fertilización química al 100 por ciento. Estos resultados están de acuerdo con lo establecido por Martinetti y Paganini, (2006) que a dosis altas de fertilizantes mineral se obtiene una mejor respuesta en el rendimiento y peso de frutos de calabacita.

Ayuda a la formación de frutos de forma uniforme, en gran cantidad y calibre, debido al desbloqueo y aporte de potasio.

Cuadro 9. Análisis de varianza de peso de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	3218.237338	459.748191	6.35	0.0001 **
Error	32	2317.079960	72.408749		
Total	39	5535.317298			

C.V= 19.05348 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

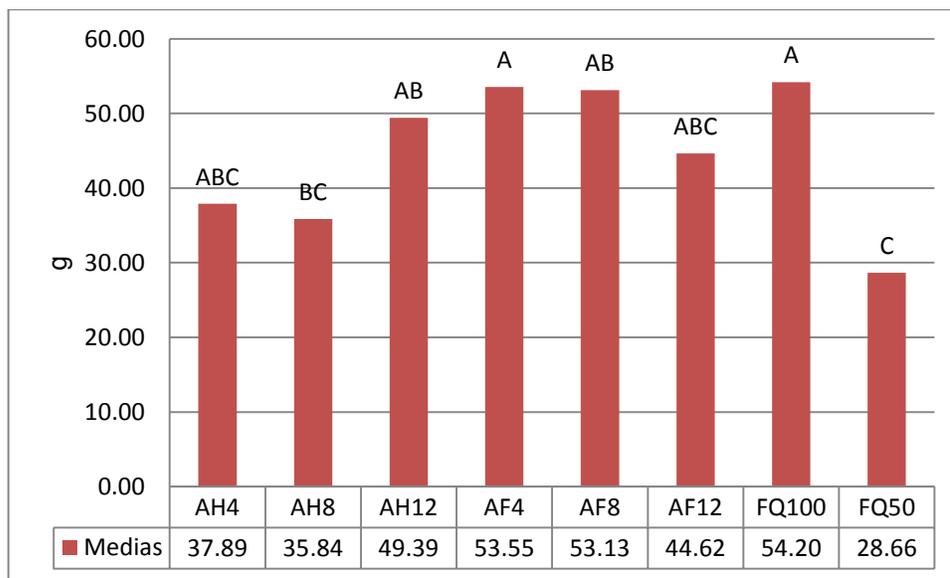


Figura 11. Peso de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Diámetro de Fruto

En la variable hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 10). En la Figura 12, se puede observar que al aumentar la dosis de lo ácidos húmicos, los valores aumentaron; pero, con la agregación de dosis altas de ácidos fúlvicos, los valores disminuyeron, los resultados más bajos, se encontraron con la agregación de fertilización química al 50 por ciento. Los valores mayores se encontraron con la adición de fertilización química al 100 por ciento. Estos resultados están de acuerdo

con lo establecido por Villanueva, (2008), quien menciona que en el empleo de los fertilizantes orgánicos en calabacita se obtuvieron los valores más altos para esta variable. Ayuda a la formación de frutos de forma uniforme y calibre, debido al desbloqueo y aporte de potasio.

Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	2.85911750	0.02769810	6.92	0.0001 **
Error	32	1.88852000	0.05901625		
Total	39	4.74763750			

C.V= 8.287679 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

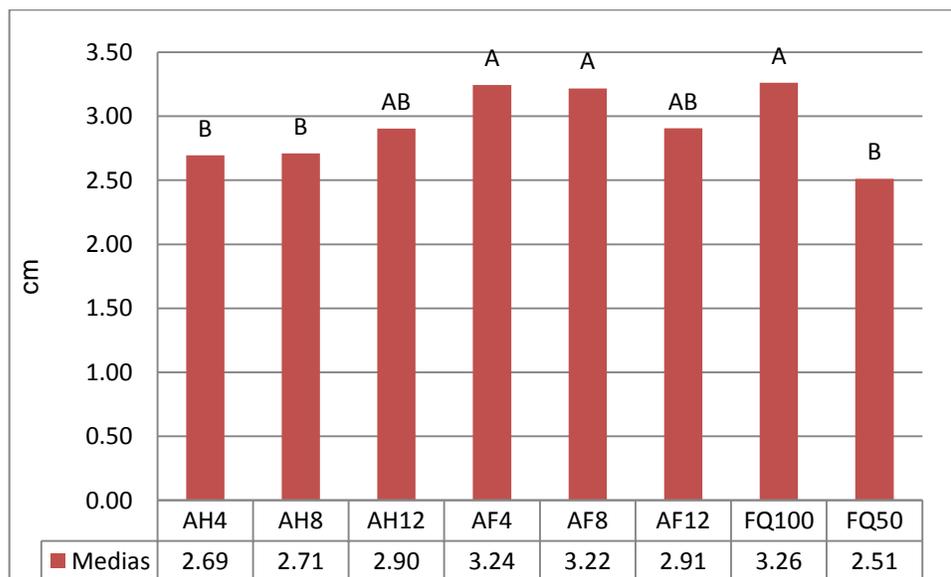


Figura 12. Diámetro de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Longitud de Fruto

En esta variable hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 11). En la Figura 13, se puede observar que con la adición de 4 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, se superó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en tres por ciento. Además, se determina que al aumentar la dosis de los ácidos fúlvicos los valores disminuyen, con la agregación de dosis alta de ácidos húmicos, se obtuvieron mejores resultados que con dosis baja y media. Los resultados más bajos, se encontraron con la adición de fertilización química al 50 por ciento. Estos resultados están de acuerdo con lo establecido por Villanueva (2008), quien menciona que en el empleo de los fertilizantes orgánicos en calabacita se obtuvieron los valores más altos para esta variable. Ayuda al aporte de hierro, mejorando a una mejor fotosíntesis ya que con una buena asimilación de este elemento, previene el amarillamiento de las hojas, proporciona un buen desarrollo en las plantas, una producción óptima y buena calidad en frutos.

Cuadro 11. Análisis de varianza de longitud de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	1	16.44893750	2.34984821	5.19	0.0005 **
Error	32	14.47576000	0.45236750		
Total correcto	39	30.92469750			

C.V= 7.877751 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

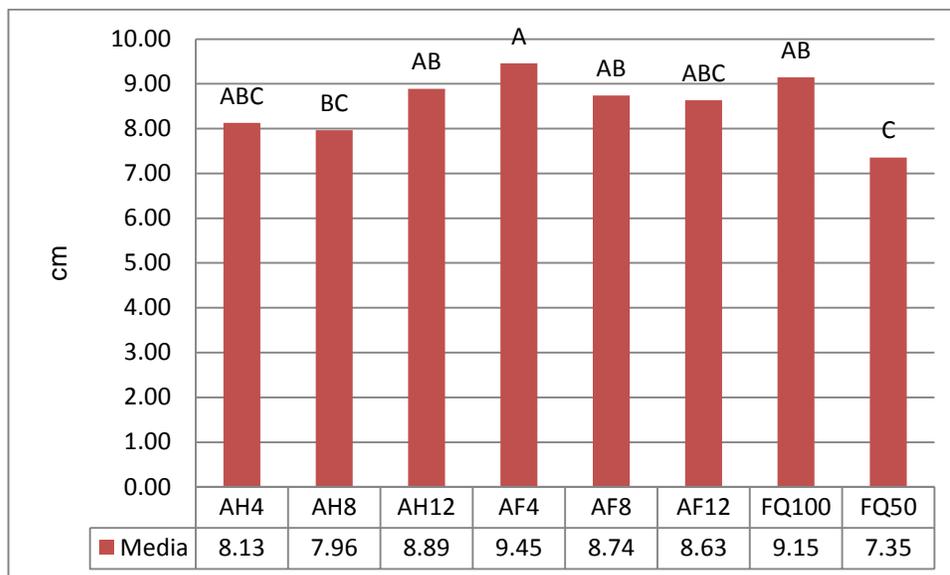


Figura 13. Longitud de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Firmeza de Fruto

En esta variable no hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 12). En la Figura 14, se puede observar que al aumentar la dosis de los ácidos húmicos, los valores aumentan, también con la aplicación de ácidos fúlvicos a dosis alta se obtiene mejores resultados que en dosis baja y alta, Los valores de la fertilización química, al 50 por ciento, supero a las dosis baja de ácidos húmicos y las dosis baja y media de ácidos fúlvicos. Con la agregación de 12 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos húmicos, se supero al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en tres por ciento.

Cuadro 12. Análisis de varianza de firmeza de fruto de calabacita "Grey zucchini", con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	0.00557750	0.00079679	0.19	0.9850 ^{NS}
Error	32	0.13260000	0.00414375		
Total correcto	39	0.13817750			

C.V= 11.37816 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

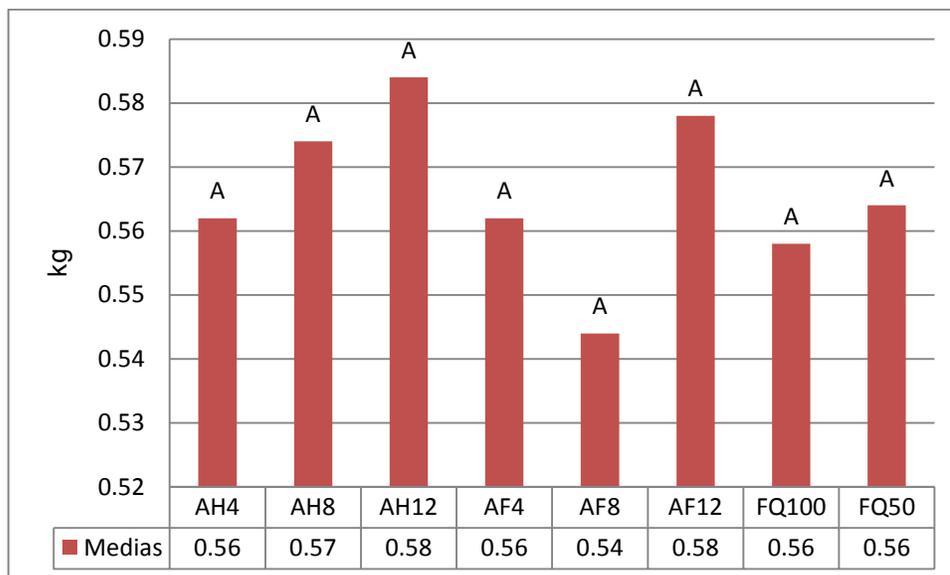


Figura 14. Firmeza de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

Sólidos Solubles Totales

En esta variable hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 13). En la Figura 15, se puede observar que con la adición de 8 ml.litro⁻¹ de agua de los ácidos fúlvicos, se superó al tratamiento donde se aplicó la fertilización química al 100 por ciento, en 26 por ciento. Además, se determina que al aumentar la dosis de los ácidos húmicos, los valores también aumentaron, también con la aplicación de ácidos fúlvicos a dosis media se obtiene mejores resultados q en dosis baja y alta. Los valores más bajos se encontraron con la agregación de la fertilización química, al 50 por ciento.

Cuadro 13. Análisis de varianza de °Brix de fruto de calabacita “Grey zucchini”, con la adición de sustancias húmicas.

Fuente	GD	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	7	3.13988000	0.44855429	4.09	0.0026 **
Error	32	3.51116000	0.10972375		
Total correcto	39	6.65104000			

C.V= 15.35678 %

GD: Grados de libertad; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio.

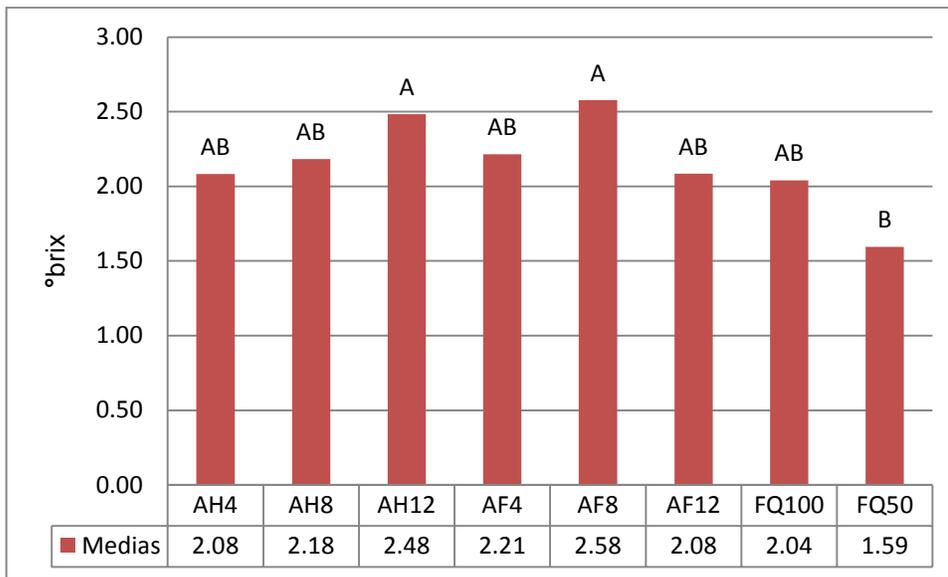


Figura 15. Sólidos solubles totales de fruto de calabacita, con la adición de sustancias húmicas.

CONCLUSION

La dosis alta de los ácidos húmicos, realizaron efecto positivo en la altura de planta, flores masculinas y femeninas, número de frutos y firmeza; mientras que, las dosis baja de los ácidos fúlvicos lo efectuaron en el diámetro del tallo y longitud del fruto. La fertilización química lo realizó en el peso y diámetro del fruto.

LITERATURA CITADA

- 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.
- 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.
- Bernardo, O. (2005) Efecto de diferentes concentraciones de Liplant en el cultivo del tomate variedad Amalia, Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 65p.
- 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.
- Calderín, A, Portuondo, Liane, Hernández, O, Pascualoto, L, Guridi, F. (2009) Ácidos Húmicos de Vermicompost estimulan la actividad de peroxidasas en plántulas de arroz (*Oriza Sativa*, L var. IA-Cuba-30). CD-ROM Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias. ISBN:

- 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.
- 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.
- Fenech L.L. 2003. El Efecto de los Ácidos Húmicos en las plantas cultivadas. Monografía. Universidad Autonoma de Baja California Sur. La Paz B. C. Sur. México.
- FERNÁNDEZ, M. (15 de octubre de 2006). Evaluación Agronómica de sustancias Húmicas Derivadas de Lombriz. Santiago de Chile. [Disponible en]. http://www.puc.cl/agronomia/2_alumnos/ProyectosTitulos/pdf/MarcelaFernandez.pdf. Tesis Ing. Agr. y Forest. Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. 52 p.
- 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.

- Gastier, W. 200. Physiology of Crop Plants, Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 327 p.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de horticultura cubana. Instituto cubana del libro la Habana, Cuba.
- Guminsky, S., Sulej, J., Glabiszewski, J. 1983. Influence of sodium humate on theuptake of some ions by tomato seedlings. ActaSocietatisBotanicorumPoloniae. 52, 149 – 164.
- Hortalizas de estación cálida, disponible en: http://www7.uc.cl/sw_educ/hortalizas/html/, consultado el 10 de septiembre del 2013.
- Infoagro., 2003. El Cultivo de la Calabacita.
<http://infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm#11.%20VALOR%20NUTRICIONAL>
- 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.
- 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 ecogeograficos 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.

- Manual para la Educación Agropecuaria. 1997 Riego y Drenaje. Editorial Trillas, pp. 42.
- Martinetti, L. and Paganini, F. (2006). Effect of Organic and Mineral Fertilization on Yield and Quality of Zucchini. *Acta Hort. (ISHS) 700*: 125-128.
- 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.
- Montes. A 1980. horticultura. Manual Practico Ilustrado 2ª ed. Editores Mexicanos Unidos, S.A.
- Morales, M. J. 2003. Efecto de la aplicación de sustancias húmicas en el cultivo de liliium (*liliumhibridoasiatico*). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. P. 170.
- Ocio, J. A., y Brookers, P. C. 1990. *Soil Biological Biochemistry*, 22, 685.
- Paris, H. S. 2001. History of the cultivar-groups of Cucurbitapepo. 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. *ChronicaHorticulturae* 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. 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.
- 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, Wilwy, 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. Soilfertility and fertilizers. Segunda edición. MacmillanCompany. New York, Estados Unidos. P. 694.
- Tradecorp, 2001. Informe Técnico Humistar. España.
- Valadez, L. A. 1990. Producción de Hortalizas. Noriega ed. Limusa.
- 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 Activit, MartinusNijhoff/Junk W, Dordrecht, The Netherlands.
- 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.
- Villanueva, V.M. Coronado.2008. Producción de Semilla de Calabacita (*Cucúrbita Pepo L.*) Bajo Fertilización Química y Orgánica, Tesis de Maestría UAAAN. Saltillo, Coahuila. México, 64p.
- 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.
- Zsolnay, A. 2003.Disolved organic matter: artefacts, defenition 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. SoilSci. 52_ 409 – 421.