

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



EFFECTIVIDAD DE SUBSTANCIAS HÚMICAS DE LEONARDITA EN LA CALIDAD DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq).

Presentada por:

ROBERTO RIVERA MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional

de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Efectividad de Substancias Húmicas de Leonardita en la Calidad del Chile Habanero  
(*Capsicum chinense* Jacq).

Presentada por:

Roberto Rivera Martínez

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

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

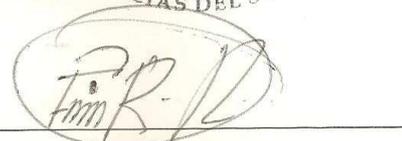
Aprobada

  
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. Diciembre 2012

## *Agradecimientos*

### *A Dios*

*Por regalarme la vida, una familia hermosa, salud, acompañarme con sus bendiciones en mi camino y por permitirme concluir satisfactoriamente mi carrera profesional.*

*Gracias por cuidarme, por darme fe en hacer bien las cosas por que se que has estado, estas y siempre estarás conmigo y en mi corazón.*

### *A mi Alma Mater*

*La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que me abrió las puertas para poder terminar un sueño que inicio en agosto del 2008 y que hoy he alcanzado, por brindarme sus instalaciones y brindarme a una nueva familia, "Buitre por siempre".*

### *A mis Asesores*

*Dr. Rubén López Cervantes*

*Dr. Edmundo Peña Cervantes*

*Mc. Fidel Maximiano Peña Ramos*

*Gracias a la asesoría, el tiempo y paciencia que tuvieron para la realización de la presente investigación por a verme guiado, destinar su amplia gama de conocimientos y convertir la presente tesis en un éxito más en mi vida.*

### *A mis compañeros y maestros de la carrera agrícola y ambiental*

*Gracias por su valioso apoyo en la colaboración para que este proyecto de mi vida se haya concluido exitosamente .En especial a Ma. Julieta Moreno ya que siempre fue un ejemplo a seguir y que me brindo su apoyo y amistad durante este proceso en mi vida.*

### *A mi amiga*

*Gabriela González Chávez. Con cariño y respeto por su comprensión, apoyo y animo brindado durante esta etapa de mis estudios, sin ti no lo hubiera podido lograr fuiste esencial amiga. ¡¡GRACIAS!!!*

## *Dedicatorias*

### *A mis padres:*

*A TORIBIO RIVERA AVILA y LIDIA MARTÍNEZ ALVARADO por ser las dos personas más importantes y especiales que Dios eligió para que fueran mis padres, que me han inculcado buenos principios y valores; que me regalaron la vida, gracias a ustedes he podido lograr esta meta, sin ustedes esto no hubiese sido posible, porque trabajaron cada día para que no me faltara nada en la universidad, porque creyeron en mí y estaban seguros de que este día llegaría, estoy muy orgulloso de ser su hijo y el tener a dos padres maravillosos “Los Amo”.*

### *A mis hermanos:*

*FELIPE DE JESUS RIVERA y VALERIA RIVERA : Les dedico esta meta alcanzada, por ser las dos personas especiales, comprensivos quienes me han apoyado incondicionalmente en la culminación de mis estudios, les doy gracias hermanos, por su apoyo, amor y cariño que siempre me han brindado.*

### *A toda mi familia:*

*Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, que de una u otra forma me apoyó, abuelos, abuelas, primos a todos etc.; no los defraudaré, los quiero. En especial a mi abuelo TORIVIO RIVERA AVILA que aunque se nos adelanto en el camino, esta etapa más en mi vida se la dedico enteramente ya que fue mi inspiración por ser la persona que soy. ¡¡¡ abue lo hemos logrado!!!!*

## INDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	i
Dedicatorias.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras.....	v
Resumen.....	vi
INTRODUCCION.....	1
Objetivo general.....	3
Objetivo específico.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Antecedentes.....	4
Generalidades del Chile Habanero.....	5
Características Botánicas y Taxonómicas.....	5
Clasificación botánica o Taxonómica.....	7
Requerimientos Climáticos.....	7
Requerimientos Edáficos.....	8
Fertilización.....	8
Densidad de Siembra y Población.....	9
Prácticas al Cultivo.....	10
Plagas y enfermedades.....	10
Cosecha.....	12
El cultivo del chile habanero.....	13
Ámbito internacional de chile habanero.....	14
Ámbito nacional de chile habanero.....	14
Ámbito estatal del chile habanero.....	15

Substancias húmicas.....	15
Generalidades de las substancias húmicas.....	16
Ácidos fúlvicos.....	17
Efectos de los ácidos húmicos.....	18
Formación, composición y estructura de los ácidos fúlvicos.....	18
Características de los ácidos fúlvicos.....	18
Efectos en las propiedades físico-químicas del suelo.....	20

MATERIALES Y METODOS.....	22
Localización del área experimental.....	22
Metodología.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIÓN.....	48
LITERATURA CITADA.....	49

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Dosis recomendadas a través del fertirriego por Mojarro (1986).....	9
Cuadro 2. Cantidades de nutrimentos requeridas para producir una tonelada de <i>Capsicum</i> según Burgueño (1995).....	9
Cuadro 3. Valor nutritivo del chile habanero ( <i>Capsicum chinense L.</i> ) (Zubiran, 1992).....	10
Cuadro 4. descripción de tratamientos adicionados en chile habanero variedad Jaguar.....	25
Cuadro 5. Análisis de varianza para la longitud de fruto de chile habanero, en el primer corte.....	26
Cuadro 6. Análisis de varianza de diámetro de fruto de chile habanero, en el primer corte.....	27
Cuadro 7. Análisis de varianza de peso de fruto de chile habanero, en el primer corte. ....	28
Cuadro 8. Análisis de varianza de número de fruto de chile habanero, en el primer corte. ....	29
Cuadro 9. Análisis de varianza de longitud de fruto de chile habanero, en el segundo corte. ....	30
Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de fruto de chile habanero, en el segundo corte.....	31
Cuadro 11. Análisis de varianza de peso de fruto de chile habanero, en el segundo corte. ....	32
Cuadro 12. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el segundo corte. ....	33
Cuadro 13. Análisis de varianza de longitud de frutos de chile habanero, en el tercer corte. ....	34

Cuadro14. Análisis de varianza de diámetro de frutos de chile habanero, en el tercer corte. .....	35
Cuadro15. Análisis de varianza de peso de frutos de chile habanero, en el tercer corte. .....	36
Cuadro16. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el tercer corte. .....	37
Cuadro17. Análisis de varianza de longitud de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.....	38
Cuadro18. Análisis de varianza de diámetro de frutos de chile habanero, en el cuarto corte. .....	39
Cuadro19. Análisis de varianza de peso de frutos de chile habanero, en el cuarto corte. .....	40
Cuadro20. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el cuarto corte. .....	41
Cuadro21. Análisis de varianza de longitud de frutos de chile habanero, en el quinto corte. .....	42
Cuadro22. Análisis de varianza de diámetro de frutos de chile habanero, en el quinto corte. .....	43
Cuadro23. Análisis de varianza de peso de frutos de chile habanero, en el quinto corte. .....	44
Cuadro24. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el quinto corte. .....	45
Cuadro25. Análisis de vitamina C en el chile habanero.....	46

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Localización del experimento.....	22
Figura 2. Longitud de fruto de chile habanero, en el primer corte.....	26
Figura 3. Diámetro de fruto de chile habanero, en el primer corte.....	27
Figura 4. Peso de fruto de chile habanero, en el primer corte.....	28
Figura 5. Número de fruto de chile habanero en el primer corte.....	29
Figura 6. Longitud de fruto de chile habanero, en el segundo corte.....	30
Figura 7. Diámetro de fruto de chile habanero, en el segundo corte.....	31
Figura 8. Peso de fruto de chile habanero, en el segundo corte.....	32
Figura 9. Número de frutos de chile habanero, en el segundo corte.....	33
Figura10. Longitud de frutos de chile habanero, en el tercer corte.....	34
Figura11. Diámetro de frutos de chile habanero, en el tercer corte.....	35
Figura12. Peso de frutos de chile habanero, en el tercer corte. ....	36
Figura13. Número de frutos de chile habanero, en el tercer corte.....	37
Figura 14. Longitud de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.....	38
Figura 15. Diámetro de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.....	39
Figura16. Peso de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.....	40
Figura17. Número de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.....	41
Figura18. Longitud de frutos de chile habanero, en el quinto corte.....	42
Figura 19. Diámetro de frutos de chile habanero, en el quinto corte.....	43
Figura20. Peso de frutos de chile habanero, en el quinto corte.....	44
Figura21. Numero de frutos de chile habanero en el quinto corte.....	45
Figura 22. Análisis de vitamina C en el chile habanero.....	46

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar la efectividad de los ácidos fúlvicos y los ácidos húmicos en la calidad del fruto del chile habanero, fue producida plántula de la variedad “Jaguar” en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se empleó la mezcla de peat moss con perlita (relación 1:1 v/v) como sustrato. Cuando las plántulas tenían un par de hojas verdaderas 8-10 cm de longitud, bien desarrolladas se trasplantaron a macetas de plástico con 250 g del mismo sustrato. Una vez que la plántula alcanzó la altura de 20 cm se trasplantó definitivamente en macetas de plástico con 25 kg del horizonte Ap de un Calcisol, Cuatro días después del trasplante y en dos ocasiones posteriores; es decir, a los 30 y 50 días, se aplicaron los tratamientos los cuales fueron seis de ácidos húmicos y seis de ácidos fúlvicos. Además un tratamiento testigo, a todos ellos se les agregó la solución nutritiva al 100 %. El trabajo se estableció de acuerdo a un Diseño Experimental en Bloques al Azar, con 13 tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: (LF) longitud de frutos, (DF) diámetro de frutos, (PF) peso de frutos, (NF) número de frutos, (VC) Vitamina C, esto en cinco cortes consecutivos. Se encontró que en el corte dos en las variables (LF), (DF), (PF), (NF), en el corte tres en las siguientes variables (PF), (NF) y en el quinto corte en las variables (DF), (PF), y (NF) no hubo efectos significativos. Sin embargo, para los cortes uno en las variables (LF), (DF), (PF), (NF) y en el cuarto corte en las variables (DF), (PF), (NF), existe un efecto significativo en las variables estudiadas. En conclusión los ácidos húmicos realizaron efecto en LF, DF, Y PF mientras que los ácidos fúlvicos en NF; además en el contenido de vitamina C, el efecto se manifestó al aplicar ácidos húmicos



## INTRODUCCIÓN

México cuenta con una amplia diversidad de chiles, entre ellos los habaneros, cuyo cultivo ocupa un lugar preponderante en actividades agrícolas, y tiene importancia por su valor comercial e industrial en la economía, ya que su comercio no es solo estatal, sino nacional e internacional. Yucatán cuenta con una gran variedad de chiles, entre las que sobresale el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), el cual tiene gran importancia por su creciente demanda en los mercados nacionales e internacionales (Kader, 1992; Flores, 1998).

Actualmente el chile habanero es uno de los cultivos más importantes en Yucatán, tanto por su superficie sembrada, como por el valor de la producción. En su mayor parte se consume en fresco, y sólo una pequeña parte se utiliza en la industria como materia prima para la elaboración de salsa picante. Ocupa una superficie cercana a las mil hectáreas en los ciclos de cultivo Primavera-Verano y Otoño-Invierno. Los rendimientos oscilan entre las 8 y 12 ton.ha<sup>-1</sup> en suelos pedregosos y entre 10 y 15 ton.ha<sup>-1</sup> en suelos mecanizables (Tun, 2001).

El chile se distingue por ser picante al paladar, debido a que contiene un grupo de compuestos químicos denominados capsaicinoides, tiene mucha vitamina C, que es preventiva de enfermedades respiratorias y cuya ausencia provoca escorbuto, también es rico en vitamina A, con efectos benéficos para la piel y los ojos. . Las características de calidad y la vida útil poscosecha de los productos hortofrutícolas dependen del grado de desarrollo o madurez que tengan al momento de la cosecha., (Kader, 1992; Flores, 1998). De las condiciones climáticas del medio ambiente y de sus propias características biológicas, (Báez *et al.*, 1993). Debido a su importancia, se realizan investigaciones en diversos aspectos del cultivo, para incrementar los rendimientos y calidad de la cosecha.

La introducción de variedades y el consecuente reemplazo por semillas híbridas de algunos chiles regionales, son factores que ocasionan erosión genética del germoplasma nativo, lo que trae como consecuencia la pérdida de recursos genéticos de gran valor, debido a que características como adaptación a condiciones locales, y resistencia a plagas y enfermedades de origen viral, pueden ser de gran utilidad en el proceso de mejoramiento genético (Trujillo 1994; Godines-Hernández *et al.*, 2001).

El chile habanero (*Capsicum chinense*) en particular, ha adquirido una importancia considerable debido a la gran diversidad que presenta y a los niveles de pungencia de sus frutos, lo que lo hace muy codiciado en muchos países del mundo. En México está considerado como un ingrediente tradicional en la comida mexicana.

En los últimos 20 años, en México, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable, el uso de sustancias húmicas (SH) va en aumento; por ello, Schnitzer (2000), las define 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 y por metamorfismo de residuos orgánicos, después de millones de años, sepultados por arcillas en deltas de ríos (minerales fósiles).

Las SH se dividen en ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), por su solubilidad y/o precipitación en soluciones ácidas y/o alcalinas y pueden complejar y/o quelatar cationes, debido a su alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados (-OH, -COO, -COOH). En los primeros compuestos dominan los grupos funcionales oxhidrilos fenólicos y para los segundos los grupos carboxilos, porque más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formada por los grupos funcionales mencionados; además, presentan alta capacidad de intercambiar cationes (Stevenson, 1984) y en el suelo, ayudan a colocar disponibles a los nutrimentos para la planta.

Es conocido que los fertilizantes químicos, ayudan en la nutrición vegetal desde la germinación de la semilla y durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, la mayoría de estos productos son derivados de recursos naturales no renovables y actualmente su costo es elevado. Por lo comentado, una alternativa real que podría ayudar a los agricultores a reducir el uso de estos compuestos, así como a mantener y conservar la fertilidad del recurso suelo, es la búsqueda de técnicas económica y ecológicamente factibles, como el uso de compuestos orgánicos de forma constante y organizada en la producción vegetal.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad de sustancias húmicas de Leonardita, en la calidad de chile habanero variedad “Jaguar”

## OBJETIVO ESPECIFICO

Establecer la dosis optima de ácidos húmicos y/o ácidos fúlvicos, que aumente la calidad del chile habanero, variedad jaguar.

## HIPÓTESIS

Al menos una dosis de ácidos húmicos y/o ácidos fúlvicos de Leonardita tienen efecto positivo; es decir aumenta la calidad del chile habanero.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Chile habanero (*capsicum chinense jacq*)

#### Antecedentes

La producción mundial de chiles ha tenido un crecimiento espectacular en los últimos diez años, con un 43% de incremento en la superficie, y con un 96% de este incremento en los volúmenes de producción (CONAPROCH, 2006). Este aumento, principalmente los tipos picosos, se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para su consumo directo como para usos industriales. Se estima que el 25% de la población mundial consume diariamente algún tipo de chile (Rodríguez-del Bosque *et al.*, 2004).

En África, los chiles “Mombasa” y “Uganda” son las variedades o tipos más picantes, y pertenecen a la especie (*capsicum chinense jacq*) o (*capsicum frutescens*), originarios de la cuenca amazónica y cultivados en México en la península de Yucatán conocidos como habaneros. En oriente se usa chile de la especie mexicana (*capsicum annuum L*), que proporciona variedad y sabor a su alimentación que básicamente es de cereales (CONAPROCH, 2007).

En cuanto a los países del mundo que cultivan chiles, China es el que presenta una mayor participación en la producción. Su superficie sembrada actual es de 612,800 hectáreas, que presentan un 36% de la superficie sembrada a nivel mundial, con una producción de 12,531,000 toneladas; mas de la mitad de la producción mundial de chiles al año (Rincón-Valdez *et al.*, 2004 y CONAPROCH, 2007).

México ocupa el segundo lugar en volumen de producción mundial con 1,853,610 toneladas y el tercero en superficie cosechada, con 140,693 ha; participando con el 8% del área y el 7% de la producción mundial en toneladas, con un rendimiento promedio bajo de 13.17 ton.ha<sup>-1</sup> debido principalmente a la mediana a baja tecnología que tiene varias de las regiones del país (Rincón-Valdez *et al.*, 2004 ; CONAPROCH, 2007);le siguen, Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25% del volumen mundial de producción.

## **Generalidades del chile habanero**

El chile se distingue por ser picante al paladar, debido a que contiene un grupo de compuestos químicos denominados capsaicinoides, tiene mucha vitamina C, que es preventiva de enfermedades respiratorias y cuya ausencia provoca escorbuto, también es rico en vitamina A, con efectos benéficos para la piel y los ojos. Presentan diversidad de formas, tamaños, colores y niveles de picor. Las principales características de calidad del chile habanero son el picor, color, la firmeza, el aroma característico y su contenido de vitamina C. Para su consumo en fresco se utilizan frutos de color verde o anaranjado, según las características propias de los mercados. Las características de calidad y la vida útil postcosecha de los productos hortofrutícolas dependen del grado de desarrollo o madurez que tengan al momento de la cosecha (Kader, 1992; Flores, 1998).

Debido a su importancia, se realizan investigaciones en diversos aspectos del cultivo, para incrementar los rendimientos y calidad de la cosecha. En México, desde la década de los 70 en el Colegio de Posgraduados, se iniciaron las investigaciones del efecto del ácido acetilsalicílico (aspirina) y ácido salicílico disuelto en dimetilsulfóxido (DMSO), como un regulador del crecimiento vegetal para aplicarlo en el mejoramiento de la producción de los cultivos; logrando demostrar que aspersiones foliares de estas sustancias a bajas concentraciones (desde  $10^{-6}$  a  $10^{-12}$  M) permiten, entre otros, incrementar el enraizamiento, la propagación, la inducción a floración, el control del tamaño de la planta, la iniciación o inhibición del letargo de las semillas, brotes y tubérculos (Ortíz y Larqué, 1999), amarre de fructificaciones y en general, incrementar la productividad en plantas cultivadas (Martín y Larqué, 2003).

## **Características Botánicas y Taxonómicas**

Laborde y Pozo (1984) señalan que estas plantas tienen hábito de crecimiento indeterminado, comportándose como planta perenne. El tallo principal está bien diferenciado, con variación en cuanto al tipo de ramificación la cual, generalmente es erecta y produce de 3 a 5 ramas primarias por 9 a 13 ramas secundarias; la planta presenta una altura no menor de 130 cm. Por lo general, los tallos y las hojas carecen de pubescencia, aunque ocasionalmente se observan plantas con pelos cortos, generalmente tienen hojas

grandes, de 15 cm de largo por 10 cm de ancho, de color verde brillante. Pueden llegar a presentarse hasta 6 frutos por axila, los cuales tienen forma que varían de redonda a oblonga y por lo general, son onduladas con un ensanchamiento en la parte apical y tienen de 3 a 4 lóculos. El tamaño de los frutos varía de 2 a 6 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho; es de color verde cuando está tierno y al madurar pueden ser amarillos, blancos, rojos predominando el color anaranjado, el cual es preferido por el consumidor.

Según Long (1986) los frutos son extremadamente pungentes (picosos) este factor está determinado por la cantidad de capsicina ( $C_{18}H_{27}NO_3$ ) en el fruto, donde se encuentra principalmente en la placenta del chile. También son aromáticos y una característica importante es que la pungencia no es persistente y desaparece poco tiempo después que el fruto es consumido. Long (1986), señala que la cantidad de esta planta la determina la apariencia del fruto; el tamaño y el peso unitario del mismo son factores importantes, así como la firmeza y el color.

Ramírez (1981). Menciona que las hojas de este cultivo son simples alternas elípticas y ovadas con peciolo largo pubescente peninervadas.

Su tallo es recto, epigeo, ramificado de forma dicotómica subleñoso, cilíndrico, pubescente de 30 a 120 cm de altura. Sus hojas son simples alternas elípticas y ovaladas con peciolo largo pubescente peninervadas.

El fruto es una baya de forma cónica oblonga semiredonda. Su ciclo vegetativo es de 120 a 150 días y su forma de reproducción es sexual (por semillas).

## Clasificación Botánica o Taxonomía

Según Ramírez (1989). La clasificación sistemática y taxonómica de capsicum es la siguiente:

División	Angiosperma
Clase	Dicotiledoneae
Subclase	Metachlamydae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>Chinense</i>
Nombre común	Chile habanero

## Requerimientos Climáticos

El rango térmico para el desarrollo del chile habanero es de 17 a 29°C, con un óptimo alrededor de los 18°C considerando a su vez que las temperaturas óptimas oscilan entre 24 y 28°C, y que las temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C limitan el desarrollo de este cultivo (Food American Organization - FAO, 1994).

La incidencia de luz por la duración del día, es muy importante en la diferenciación o desarrollo del primordio floral, puesto que la duración del día controla la incidencia del primordio, dado que las plantas tienden a preferir un fotoperiodo intermedio (Rylski *et al.* 1985).

Dado que es una planta neutra al fotoperíodo ya que se produce satisfactoriamente tanto en los días largos como en días cortos, pero teniendo muy en cuenta, la calidad de luz.

Mojarro (1986) menciona que el desarrollo óptimo empieza en un rango de temperatura que se ubica entre los 18 y 26 °C. El desarrollo más rápido se lleva a cabo cuando el suelo es húmedo y una temperatura del aire entre los 21 y 26 °C. Una variación excesiva de las temperaturas, puede afectar la tasa de crecimiento y provocan anormalidades en la floración o en cuajado del fruto.

En caso de calor excesivo cuando la temperatura sube por arriba de los 38 °C, se puede presentar el desprendimiento de las flores y una falta de maduración de los frutos ya fijados a la planta. Cuando las temperaturas nocturnas son más estables, la absorción de nutrimentos es más uniforme.

### **Requerimientos Edáficos**

Ramírez (1989) dice que el *capsicum chinense* tiene éxito en cualquier tipo de suelo, aunque prefiere aquellos con buen drenaje, fértiles y profundos. En suelos arenosos y ligeros aceleran la reproducción, siempre que se disponga de materia orgánica. El chile tiene elevado requerimiento de humedad en el suelo, el contenido óptimo de humedad en el suelo se ubica alrededor del 80% de la capacidad de campo, en estas condiciones de humedad hay una actividad radical intensa.

La humedad insuficiente, puede reducir el desarrollo vegetativo, ocasionar la lignificación del tallo, alterar la maduración de los frutos y provocan el desprendimiento de las hojas.

En suelos pesados no se recomienda sembrar por la mala aireación; las plantas presentan un crecimiento deficiente y se marchitan con facilidad por el ataque de *Vorticillium*, especialmente bajo pH de 5.5 a 6.8.

Es importante evitar la plantación del chile en los suelos recién cultivados con tomate y papa, sobre todo si estos fueron fuertemente atacados por enfermedades fungosas como por ejemplo: *Phytophthora* y *fusarium*. También hay que evitar su cultivo en aquellos suelos llenos de malezas perennes o malezas que no puedan ser controladas con herbicidas selectivos.

### **Fertilización**

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 1993), recomienda 150 kg/ha de urea mas 350 kg/ha de superfosfato de calcio triple antes del trasplante u 8 días después de esta actividad, en banda a un lado de la hilera y a una distancia de 10 cm de esta. A los 20 o 30 días después de la primera aplicación aplicar 100 kg de urea y 50 kg de cloruro de potasio, en cepa o en banda.

Mojarro (1986) señala que para producir una tonelada de chile, se requieren las siguientes cantidades de nutrimentos de 3.2 a 4 kg de N, de 0.4 a 0.6 kg de P, 5.5 kg de K, 65.5 g de Mn, 47.7 g de Cu, 109.2 g de Fe, 44 g de Zn, 21.8 g de B y 0.44 g de Mo.

La absorción diaria por hectárea cuando el crecimiento está en el pico alcanza los 3 kg de N, 4.5 kg de K, y 0.42 de P. Los rangos de fertilización para los principales nutrimentos son nitrógeno de 160 a 300 kg/ha fosforo de 40 a 60 kg y de potasio de 250 a 300 kg/ha.

Cuadro 1. Dosis recomendadas a través del fertirriego por Mojarro (1986)

Días después del trasplante	Estado de crecimiento	N (kg/ha)	P2O5	K2O
0 a 10	Preplante	160	40	172
0 a 30	Trasplante y hasta botoneo	1.5	1.0	1.7
31 a 50	Inicio de floración a cuajo			
51 a 77	del primer fruto	1.5	3.0	1.7
78 a 102	Fin de cuajado a crecimiento del fruto	1.6	2.5	2.6
TOTAL	Crecimiento de fruto a cosecha	1.9	1.6	2.2
		300	220	350

Cuadro 2. Cantidades de nutrimentos requeridas para producir una tonelada de *Capsicum* según Burgueño (1995).

N- Total (%)	N- NO3 (%)	P2O 5 (%)	K2O (%)	Mg O (%)	Na (mg.g- 1)	Fe (mg.g- 1)	Cu (mg.g- 1)	Zn (mg.g- 1)	Mn (mg.g-1)
4.5	0.5	1.15	7.1	1.14	0.09	0.04	0.04	0.005	0.02

### Densidad de Siembra y Población

Valadez (1998) menciona que en cuanto a siembra, a nivel comercial se utilizan principalmente almácigos, ya sea a campo abierto o en invernaderos. La siembra directa no

es usual, recomendándose una dosis de siembra de 2 a 3 kg de semilla sembrada en una superficie de 50 m<sup>2</sup> se obtiene plántulas suficiente para una hectárea comercial. Dichas plántulas se trasplantan a una edad de 40-50 días (cuando están a campo abierto), o cuando tengan 4 o 5 hojas verdaderas. La densidad de población en promedio se encuentra entre 20, 000 y 25, 000 plantas/ha, con las siguientes dimensiones entre surcos pueden ser 80, 92, 100 y 120 cm, lo cual depende del tipo de chile, maquinaria, región, etc., la distancia entre plantas varía entre 20 y 50 cm.

Cuadro 3. Valor nutritivo del chile habanero (*Capsicum chinense L.*) (Zubiran, 1992).

Minerales (mg)		Vitaminas (mg)		Ácidos Grasos	
Calcio	18.0	Retinol	12.0	Porción comestible	0.84%
Hierro	2.4	Acido ascórbico	94.00	Humedad	91.0%
Magnesio	25.0	Tiamina	0.11	Fibra	1.60%
Sodio	7.0	Riboflavina	0.16	Energía	31Kcal
Potasio	340.0	Niacina	0.70	Hidratos de carbono	5.30g
Zinc	0.3	Pinaoxina	0.20	Proteínas totales	2.20g
		Acido Fólico	23.00	Grasas totales	0.80g
		Cobalamina	0.00	Colesterol	0.0mg
				Saturados totales	0.08g
				Monoinsaturados oléicos	0.04g

### Prácticas al Cultivo

\*Escarda. Se practica antes de efectuar la segunda aplicación de nitrógeno.

\*Aporque. Se realiza inmediatamente después de haber incorporado el nitrógeno al suelo, tres semanas después de haber efectuado el trasplante.

Es recomendable que esta práctica se haga profundamente, para que los surcos queden altos, y así disminuir el daño por Phythophtora.

\*Riego. A este respecto se reporta que una hectárea de chile necesita aproximadamente 3, 000 m<sup>3</sup> de agua con un promedio de 8 a 12 riegos, recomendándose que sean ligeros pero frecuentes.

### Plagas y Enfermedades

Medina *et al.* (1984), mencionan que las principales plagas que atacan esta hortaliza son los trozadores, chupadores, masticadores y los barrenadores.

Los trozadores cortan el tallo de las plantas recién plantadas; este daño puede afectar hasta un 30% del cultivo y para evitarlo deberá fumigarse con Lannate 90 por ciento, PH (polvo humectable) en dosis de 400 g.ha<sup>-1</sup>.

El pulgón es la plaga de chupadores más importantes que pueda invadir todo el cultivo, especialmente en épocas de sequía. Al chupar el jugo de las hojas, este insecto ocasiona raquitismo y transmite enfermedades virosas, por lo que es importante realizar muestreos para detectar su presencia e iniciar su control con cualquiera de los siguientes productos: Tamaron 50% un litro/ha; Tritón 25% PH (polvo humectante), un kg/ha y además otros productos como: Pirimor 25% medio kg/ha y Afidrin 40% 1.25 litros/ha.

La pulga saltona y los gusanos masticadores desaparecen al efectuarse la aplicación para controlar al picudo, pero si se convierten en problema importante, debe aplicarse Paratión Metílico 50% en dosis de uno y medio litro/ha o bien 60 ml por mecate, antes de iniciar el control del picudo del chile.

También una de las plagas importantes que atacan al chile en orden de importancia son: la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), nematodo agallador, principalmente del genero *meloidogine*, barrenillo del fruto (*Anthonomus Eugeni Cano*), el pulgón verde (*Mizus persicae*), el minador de la hoja (*Liriomyza spa*), en etapa de plántula, la babosa o caracol (*Agriolimax sp*) y en ocasiones la araña roja (*Tetranychus sp*).

SARH-INIA (1984). Las enfermedades que constituyen un problema económico para el cultivo del chile habanero en la región son de tipo viroso, ya que ocasionan grandes daños al acabar con la capacidad productiva de la planta; las manchas de las hojas y las nodulaciones o bolas en la raíz.

Los síntomas que provocan las enfermedades son varios, pero entre los más comunes están el enchinamiento y los mosaicos en el follaje; no existe hasta el momento ningún producto para su control.

El riesgo de su incidencia se puede disminuir con las rotaciones de cultivo y el control de los insectos que son los agentes transmisores de estas enfermedades.

Virosis.- Se manifiestan en las hojas que cambian su color de verde oscuro a verde claro incluso en ocasiones hasta amarillo, se desarrollan poco y se arrugan; esto se conoce regionalmente como enchinamiento o “mulix”.

Una vez presente lo síntomas, el mal es incontrolable, por lo que se arranca la planta para evitar contagio o se le deja para obtener algo de fruto, aunque con riesgo de contagiar a otras plantas. El enchinamiento se previene mediante el control de insectos chupadores, el combate de maleza y el lavado de manos con agua y jabón después de haber fumado, si se va a tener contacto con las plantas.

Manchas de las hojas y tallo.- Esta enfermedad se manifiesta cuando las hojas y tallo presentan amarillamiento y manchas oscuras con centro gris, ligeramente ovaladas si el ataque es fuerte el amarillamiento será total y las hojas caerán.

El control de esta enfermedad se realiza cuando se presentan los primeros síntomas con Manzate 80 PH (polvo humectable o Captan PH) en dosis de 2 kg/ha y 80 g/mecate.

Las enfermedades foliares no han sido un problema serio en Yucatán; quizás la que más se presenta son las manchas foliares, que consisten en pequeñas manchas oscuras apergaminadas en las hojas, cuando las manchas son numerosas las hojas más viejas caen, su control es preventivo, hasta ahora no se sabe que hongo u hongos son los que las transmite. El control de este tipo de enfermedades puede hacerse con los siguientes fungicidas: Manzate, Captan, Intercaptan PH, Cupravit mix y folatán con la dosis de 2 kg/ha dirigido al follaje cuando inicie el daño o estén en condiciones ambientales para su desarrollo.

### **Cosecha**

SARH-INIA (1984). El cultivo de chile habanero tiene un ciclo de 170 días aproximadamente a partir del trasplante; normalmente el corte se hace 90 días después de dicha práctica y posteriormente los cortes se realizan cada 7 días hasta completar un total de 12 cortes aproximadamente. Los frutos a cosechar deben presentar un color verde oscuro

brillante y estar duros al tacto, si este tiempo se alarga, el fruto sazona, colorea y baja su nivel comercial.

Valadez *et al.* (1998), dice que en esta hortaliza se utilizan principalmente dos indicadores físicos de cosecha: la longitud o tamaño y el color, así los chiles se cortan cuando han alcanzado el tamaño adecuado y su coloración característica.

### **El cultivo del chile habanero**

Respecto a la producción y comercialización de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) de acuerdo con Muñoz-Carrillo (2005), día tras día ha venido manifestando mayor importancia en el estado de Yucatán por tres razones:

- a) Es un producto agrícola que la mayoría de los campesinos y productores del estado conocen y saben cultivar.
- b) Es un producto que puede obtenerse en calidad y cantidad en cualquier época del año y que se puede multiplicar con ligero apoyo de financiamiento y promoción por parte de los organismos dedicados al desarrollo rural del estado y por empresas que comercializan.
- c) Existe un aumento en la demanda del chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) en el mercado nacional e internacional, tanto fresco como procesado.

El chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) no solo es comestible y por ello es un buen agro negocio (Caamal *et al.*, 2000); si no que en virtud de la capcisina que contiene, también puede emplearse en la elaboración de cosméticos, pomadas “calientes”, gas lacrimógeno, recubrimiento de sistemas de riego o eléctricos para protección contra roedores, y por su alta capacidad corrosiva, como componente en pintura para barcos. Ramírez *et al.*, (2005).

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor por su alto contenido de capcisina (200,000 a 500,000 unidades “Scoville”), por lo que es muy apreciado en el mundo. Esto muestra su creciente demanda en Estados Unidos, Japón, China, Tailandia,

Inglaterra, Canadá, Cuba, y Panamá. Sin embargo; los únicos países exportadores son Belice y México. (Ramírez *et al.*, 2005)

### **Ámbito internacional del chile habanero**

León (1987), Dewitt, Bosland (1993) y Long-Solis (1998), indicaron que comercialmente el chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) solo es cultivado en Yucatán, México, donde se cosechan alrededor de 1 500 toneladas de fruto por año. Sin embargo, se reporto que también es cultivado en Belice en menor escala. Otros países productores de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) son Jamaica, Trinidad y Tobago y la Bahamas.

Algunos tipos de este chile (*Capsicum chinense Jacq*) están reportados como de los más picante. La variedad jaguar pertenece a este grupo y es originaria de Jamaica, de donde fue llevada a panamá a principios del siglo XX, por los trabajadores del canal.

### **Ámbito nacional del chile habanero**

De acuerdo con Pérez-Moreno *et al.*, (2005), entre las estadísticas de *Capsicum spp* en México, no figura el chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) como especie sobresaliente a nivel nacional. Entre las estadísticas de *Capsicum spp* del año 2006, del sistema nacional de información e integración de mercados, se incluye al habanero (*Capsicum chinense Jacq*), indicando que este chile y en este año hubo cero importación, por lo tanto la producción se oferto y consumió dentro del país.

Es en Yucatán donde más se ha estudiado, y donde según Trujillo y Pérez (2004), ocupa el segundo lugar en importancia entre los cultivos hortícolas. En este estado la superficie sembrada anualmente es de 800 hectáreas, con un rendimiento de alrededor de las 25 ton. ha<sup>-1</sup> el cual está en función del manejo y las condiciones del cultivo.

Entre las entidades reportadas como productoras de esta especie de chile se encuentran Baja California Sur, San Luis Potosí, Chiapas, Sonora, Tabasco y Veracruz, pero más del 50 % que abastece los mercados nacional e internacional lo cubren Yucatán, Campeche y Quintana Roo( Muñoz, 2005 y Ramírez *et al.*, 2006).

Con respecto a las zonas habaneras de riego, estas coinciden en su mayor parte con las regiones de bajo y mediano potencial, por lo que se sigue fomentando su cultivo en condiciones de riego hacia las zonas con alto potencial.

### **Ámbito estatal y municipal del chile habanero**

En el estado de Veracruz, en 2004 la producción de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) representó \$ 351,600.00 aportados por los municipios de Jalancingo, Altotonga y Tatatila, con 3.5, 2.5 y 1.00 hectáreas sembradas y cosechadas respectivamente. La producción osciló entre 22.75, 16.00 y 5.2 toneladas en el mismo orden, y en rendimiento mayor a 7 toneladas con un precio de \$8,000.00 por tonelada en campo.

### **Sustancias Húmicas**

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

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

En la actualidad, el término “humus” todavía no se emplea de manera específica y concreta. Mientras que para algunos autores este término significa lo mismo que materia orgánica del suelo, incluyendo sustancias húmicas (SH), definidas como materiales orgánicos identificables de elevado peso molecular, poseen polisacáridos y proteínas y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas, pero excluyendo los tejidos de plantas y animales no descompuestos, los productos de descomposición parcial y la biomasa del suelo (Stevenson, *et al.*, 1994).

Aiken *et al.*, (1985), menciona que las SH como una categoría de sustancias de color amarillo a negro, de elevado peso molecular y propiedades refractarias; tal vez, habría que incluir su naturaleza coloidal y su resistencia al ataque microbiano.

Estos materiales resultan de la degradación de restos de animales y plantas y no pueden ser clasificados dentro de la categoría de compuestos discretos, como sucede con las sustancias no húmicas.

Las SH son omnipresentes y se encuentran en todos los suelos, sedimentos y aguas. Del 75 al 90 por ciento de los restos orgánicos están constituidos por agua. Una fracción pequeña de materia orgánica (MO), está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc., y en su mayor parte están formadas por las llamadas SH, que son una serie de compuestos de alto peso molecular. Estas sustancias, han sido divididas en grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y básicas concentradas en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR).

Los AH son moléculas más grandes y complejas que los AF; además, presentan contenidos más altos de nitrógeno, pero menos grupos funcionales (Meléndez, 2003).

### **Generalidades de las sustancias húmicas**

Cadahia (1998), define a las sustancias húmicas como restos orgánicos ácidos de difícil degradación con elevado contenido en grupos carboxílicos, fenólicos y quinónicos, cierta aromaticidad y con incorporación de nitrógeno heterocíclico.

Las sustancias húmicas constituyen el complejo de compuestos orgánicos de color marrón, pardo y amarilla, que se extrae de suelo por soluciones de álcalis, sales neutras y disolventes orgánicos (Kanonova, 1983).

Los ácidos húmicos son las sustancias presentes en el humus. Químicamente son sustancias muy complejas que presentan grupos carboxilos, hidroxilos, fenólicos y otros que le permiten retener, quelatar y potencializar la penetración de elementos nutritivos en las plantas (Omega, citado por Martínez y Tico, 1975).

Cadahia (1998), señala que un elevado contenido de sustancias húmicas en el suelo favorece a la disponibilidad de los nutrimentos así como su movilización hacia las raíces.

La extracción del suelo de las sustancias húmicas en la actualidad se lleva a cabo con el empleo de diversos solvente. Las sales neutras de los ácidos minerales, en particular el

pirofosfato de sodio, al igual que algunas sales neutras de los ácidos orgánicos, se utilizan con este fin en base a la capacidad que tienen para formar precipitados insolubles o complejos solubles con el calcio, hierro, aluminio y otros cationes polivalentes, con los cuales pasan a estado soluble. Pero a pesar de este hecho, con las soluciones citadas se extrae menos materia orgánica que con soluciones de álcalis.

Cadahia, (1998), menciona que las características propias de los ácidos húmicos son:

- Dificil degradación microbiana, consecuencia de su alta estabilidad química.
- Gran capacidad de intercambio catiónico, debido a la alta presencia de grupos cargados negativamente (carboxilo, fenólicos, etc.)
- Son ácidos quelatantes. Los grupos funcionales mencionados son capaces de acomplejar metales; de hecho son los mismos que los presentes en los quelatos sintéticos, aunque la disposición espacial puede favorecer la formación de quelatos más estables.
- Pesos moleculares muy variables, lo que va a influir en la existencia de pequeñas moléculas, que tienen los grupos funcionales adecuados podrán disolverse y moverse fácilmente realizando una acción transportadora similar a la de los quelatos, así como en extensas macromoléculas que formaran coloides inmóviles que podrán retener y liberar nutrimentos contaminantes según sus equilibrios con la solución del suelo.
- Solubilidad variable, en función de los grupos funcionales, pesos moleculares y elementos adsorbidos o complejados.

### **Ácidos fúlvicos**

Los ácidos fúlvicos son moléculas de bajo peso molecular (relativamente), extremadamente complejas, solubles en agua, ya sea a pH ácido o básico; su estructura molecular le confiere sus raras propiedades y naturaleza bioactiva.

En otro sentido, el origen etimológico de los ácidos fúlvicos proviene de: *ful*, del inglés antiguo *full*, que quiere decir lleno de, que tiene la habilidad o tendencia a; y *vic*, del francés antiguo *vicare* que significa cambio alteración, doblar y/o cambiar. También existe

la palabra *fulvus*, que proviene del latín, la cual significa amarillo intenso, amarillo rojizo, dorado o color moreno.

Es importante mencionar, que la forma correcta de llamar a estos compuestos es ácidos fúlvicos (plural) y no ácido fúlvico, ya que no consisten en una sola sustancia, sino que son un conjunto de sustancias variadas y complejas que reflejan la naturaleza de las plantas, animales y especie de los microorganismos que les dieron origen durante el proceso de humificación.

### **Efectos de los ácidos húmicos**

Flaig (1995), refiriéndose a los ácidos húmicos, manifiesta que diferentes reacciones dan a conocer que estos son sistemas redox; esta propiedad tiene seguramente una gran importancia para los procesos que tienen lugar en el suelo y también para el desarrollo de los seres vivos.

### **Formación, composición y estructura de los Ácidos Fúlvicos**

La formación de las SH es uno de los aspectos de la química del *humus* menos esclarecidos y más intrigantes. Por varios años se han propuesto varias rutas por las cuales se forman las SH a partir del decaimiento natural de plantas y animales que yacen en el suelo. Sin embargo, solo dos de los mecanismos propuestos especifican la formación de los AF. La teoría popularizada por Waksman, fue que las SH son el resultado de modificaciones hechas a estructuras de lignina. De acuerdo con esta teoría, la lignina es utilizada de forma incompleta por microorganismos, generando con ello residuos que terminan siendo parte del *humus* del suelo. La modificación de la lignina involucra la pérdida de grupos metoxilo (-OCH<sub>3</sub>) y la generación de *o*-hidroxifenoles, así como la oxidación de cadenas alifáticas laterales que generan grupos -COOH. El material modificado está sujeto a cambios futuros desconocidos que dan origen a los AH y a los AF.

### **Características de los ácidos fúlvicos**

Los AF se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 por ciento) y por su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales.

Los fulvoácidos pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida forman sustancias reductoras y furfural, tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq.100 g de sustancia), actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos  $R_2O_3$  que poseen gran movilidad; por lo tanto, parece ser que ya no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los AH.

A parte de los AF propiamente dicho se han descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Datos obtenidos de espectroscopia infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática. Sobre la baja aromatización de los AF hablan los datos de la composición elemental en el cual el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera el de los AH (Meléndez, 2003).

Los AH y AF son compuestos orgánicos no muy bien definidos químicamente, que constituyen la parte más elaborada de la descomposición de la MO; se derivan de diferentes materias primas originadas principalmente de yacimientos de carbón orgánico conocidos como lignitos, turbas y Leonarditas; forman humatos y fulvatos con los cationes del suelo, con lo que evitan la retrogradación. Son capaces de fijar los nutrientes que son aplicados como fertilizantes, disminuye las pérdidas por lixiviación e inmovilización. Los AH son activadores de la flora microbiana del suelo con lo que aumenta la mineralización de la MO y la consecuente liberación de nutrientes a formas disponibles para las raíces de las plantas.

Los AH y AF incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo y la retención de humedad, estimulan el desarrollo de la raíz y a nivel foliar aumentan la permeabilidad de la membrana celular, al facilitar la absorción de nutrientes y son agentes naturales quelatantes de metales catiónicos, por lo que son utilizados para la nutrición mineral de los cultivos, debido a la acción complejante que ejercen sus grupos funcionales carboxílicos (COOH) e hidroxílicos (OH).

Chen *et al.*, (1990). A lo largo de sus investigaciones, han recogido la influencia de las SH en el crecimiento de las plantas, en la nutrición mineral, en la productividad y el metabolismo, considerando los efectos positivos sobre la germinación de semillas, la iniciación y el desarrollo radicular, el desarrollo de los brotes, el contenido de nutrimentos en numerosos cultivos y la síntesis de ácidos nucleicos o la respiración. En el suelo, estos compuestos mejoran la estructura de los sustratos, incrementan la capacidad de intercambio del suelo y movilizan micronutrimentos (Olmos *et al.*, 1998).

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

Las SH son capaces de alterar la absorción de micronutrimentos por las raíces y modificar las actividades enzimáticas implicadas en el metabolismo del nitrógeno (Visser, 1985).

Los distintos efectos que las SH producen en las propiedades del suelo o en el desarrollo vegetal están gobernados por la concentración en la que se encuentran, su naturaleza (García, 1990), el peso molecular de las fracciones húmicas y su contenido en grupos funcionales (Piccolo *et al.*, 1992), así como de la especie vegetal, su edad y estado nutricional (Albuzio *et al.*, 1986).

### **Efectos en las propiedades físicas-químicas del suelo.**

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

✓ **Físicas:**

- Dosis adecuadas
- Mejora la estructura del suelo

-Incrementa la capacidad de retención de agua del suelo que junto a la propiedad anterior evitarían los procesos de erosión.

-Incremento de la temperatura del suelo.

✓ **Químicas:**

-Trasportador de metales, principalmente los ácidos fúlvicos.

-Control de la disponibilidad de nutrimentos y elementos tóxicos (ácidos húmicos).

-Elevada capacidad de intercambio catiónico (ácidos húmicos)

-Acidificantes

✓ **Biología:**

-Ambiente adecuado al desarrollo de micro y macro organismos.

-Sobre la fisiología de plantas:

-Liberan sustancias de bajo peso molecular precursoras de hormonas vegetales.

-Incremento de absorción de nutrimentos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área Experimental

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en un invernadero del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, a los 25° 23' de Latitud norte y los 101° 00' de Longitud Oeste y a la altura de 1742 msnm.

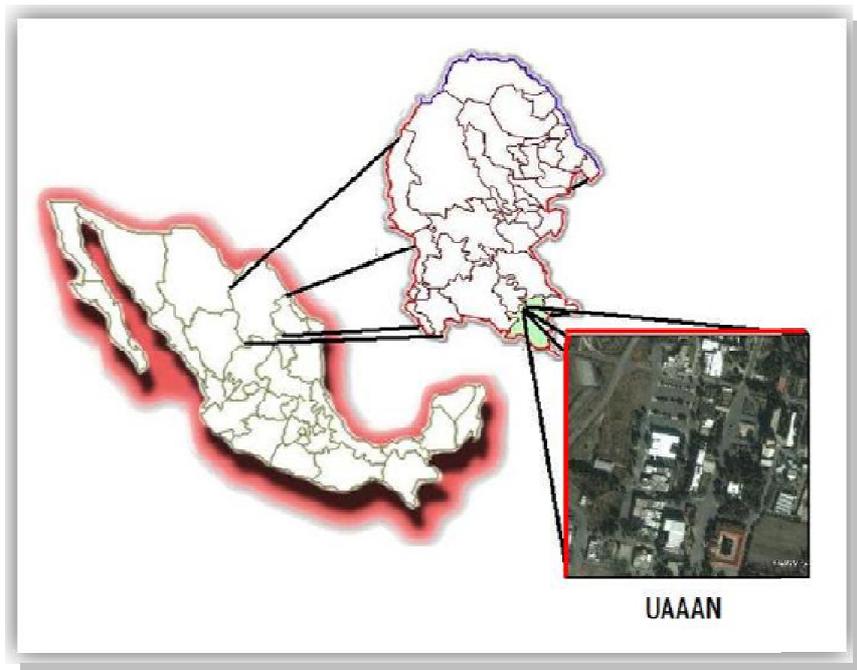


Figura.- Localización del área experimental

### **Metodología**

Para este experimento se utilizaron semillas de la variedad “Jaguar” de chile habanero. Esta variedad tiene frutos color verde esmeralda brillante en estado sazón, que cambian a anaranjado intenso en madurez total. Su longitud, a las cuales se les efectuó un tratamiento hidrotérmico, el que consistió en colocarlas en “Baño María” a 50 °C durante 20 minutos, con el fin de evitar lo más posible el ataque de hongos y bacterias patógenos. Realizado lo anterior, se dejaron enfriar durante 30 minutos y fueron sembradas en charolas de poliestireno de 200 cavidades en la forma de “tresbolillo”, que contenían el sustrato de “peat moss” con “perlita” (relación 1:1 p/p). Cuando las plántulas contaron con un par de hojas verdaderas (8-10 cm de longitud), bien desarrolladas se trasplantaron a macetas de plástico que contenían 250 g del mismo sustrato. Una vez que la plántula alcanzó la altura de 20 centímetros se trasplantó definitivamente en macetas de plástico con 25 kg del horizonte Ap de un Calcisol, colectado en el área experimental denominada “El Bajío” del *Campus* Sede de la Universidad. Dos días después del trasplante y en dos ocasiones posteriores; es decir, a los 30 y 50 días, se aplicaron los tratamientos los cuales fueron 6 tratamientos de ácidos húmicos y seis tratamientos de ácidos fúlvicos en conjunto con un testigo a todos estos se les agregó una solución nutritiva al 100 %, para esto se utilizaron ácidos húmicos y fúlvicos a base de leonardita de la empresa CBMG dichos productos provienen de la línea Organic Field es una línea de productos 100% orgánicos derivados de la leonardita (una forma oxidada de lignito) la cual está considerada como la mejor fuente para la extracción de ácidos húmicos y fúlvicos de muy buena calidad.

Organic Field suelo es una forma natural de ácidos húmicos, los que suelen ser aplicados al suelo incrementar la cantidad y actividad bacteriana del suelo; amplía la actividad de los

elementos nutritivos presentes en el suelo y de esa forma puedan aprovecharse por la planta. Mejora la estructura del suelo al incrementar la estabilidad de agregados.

Activador biológico compuesto por:

Ácidos húmicos 14.55 porciento.

Compuestos inertes 85.45 porciento

Organic Field para plantas es una sustancia orgánica a base de ácidos fúlvicos que, además de favorecer el transporte de iones, tiene la capacidad de hacer que los minerales nutrimentales estén más disponibles, porque se producen complejos que son fácilmente transportados por estomas de las hojas y las células de las raíces. Permite el mejoramiento de la estructura, al favorecer la estabilidad de agregados y la producción exponencial de microorganismos. La recuperación de la fertilidad natural de suelo de agregados es muy rápida, debido a la multiplicación de microorganismo, propiciada por los ácidos fúlvicos. Además, los microorganismos destruyen residuos de plaguicida, lo cual resulta benéfico para el medio ambiente.

Activador compuesto por

Ácidos fúlvicos 35.50 porciento

Nutrimientos 3.00 porciento.

Compuestos inertes 61.50 porciento

Para esta investigación se consideró un Diseño Experimental en Bloques al Azar, con trece tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: (LF) longitud de frutos (centímetros), (DF) diámetro de fruto (milímetros), (PF) peso de fruto (gramos), (NF) número de fruto (piezas), (VC), Vitamina C (miligramos/100 gramos de fruta), esto en cinco cortes consecutivos. A los datos generados por la medición de estas variables, se les efectuó el análisis estadístico, el que consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias, mediante Tukey ( $P \leq 0.05$ ); es decir, al 95 por ciento de confianza). Para esto se empleó el Paquete Estadístico MINITAB, versión 16 en español para computador.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos adicionados en chile habanero, variedad Jaguar.

Tratamiento	Dosis (ml.litro <sup>-1</sup> de agua)
AH1	1
AH2	2
AH3	3
AH4	4
AH5	5
AH6	6
AF1	1
AF2	2
AF3	3
AF4	4
AF5	5
AF6	6
T	100%

AH: ácido húmico, AF: ácido fúlvico, T: Testigo al 100 por ciento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Primer corte

#### Longitud de fruto

En la longitud del fruto, en el primer corte hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 5). Además en la Figura 2, se puede observar que al adicionar los ácidos húmicos a la dosis más baja, el fruto no sobrepaso el centímetro, pero con la adicción de dos a seis ml de esta sustancia (AH); los valores aumentaron; mientras que, con la aplicación de los ácidos fúlvicos, los valores de esta variable medida al fruto, aumentaron; sin embargó; con la aplicación de la dosis de cinco ml del compuesto orgánico (AF), el valor es cero ya que en estas plantas no se presentaron frutos. Así se puede establecer que con la adicción de 2, 3, 5, 6 ml ácidos húmicos, y también con la adicción de 2, 3, 4, 6 ml de ácidos fúlvicos se aventajo al testigo, siendo el mejor tratamiento el de 3ml de ácido húmico que supero en 12 % al testigo.

Cuadro 5. Análisis de varianza de longitud de fruto de chile habanero, en el primer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	143.8496	11.9982	23.99	0.000**
Repetición	4	4.7578	1.1895	2.38	0.065NS
Error	47	23.5040	0.5001		
Total	63	172.1114			

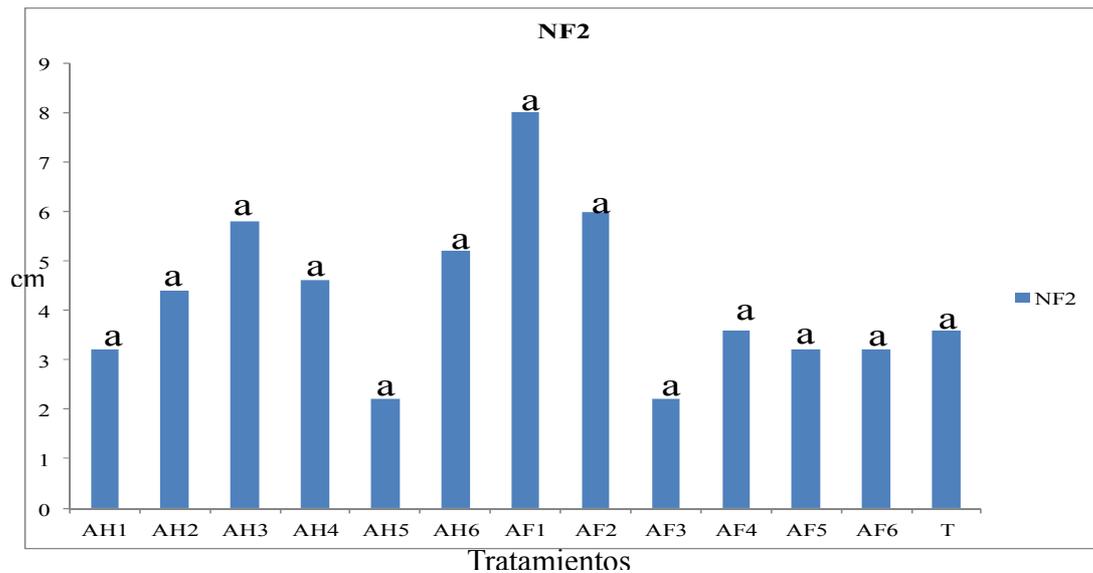


Figura 2. Longitud de fruto de chile habanero, en el primer corte.

### Diámetro del fruto

En el diámetro del fruto, en el primer corte, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 6). También en la Figura 3, se puede apreciar que cuando se aplico ácidos húmicos en la concentración más baja, el valor de esta variable no sobrepasaron los 5 milímetros; pero con la adición de dos a seis ml. de estas sustancias los valores fueron aumentando; mientras que con la aplicación de ácidos fúlvicos, los valores de esta variable medida en el fruto aumentaron, aunque con la aplicación de la dosis de cinco ml. del compuesto, el valor resulto cero, ya que en estas plantas no se obtuvieron frutos. Así se puede mencionar también que con la adicción de tres ml. de los ácidos fúlvicos, supero al testigo en 5.88 %, en comparación con el correspondiente de tres ml. de ácidos húmicos que este no supero al testigo.

Cuadro 6. Análisis de varianza de diámetro de fruto de chile habanero, en el primer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	4084.19	340.44	17.46	0.000**
Repetición	4	64.70	16.18	0.83	0.513 NS
Error	47	916.67	19.50		
Total	63	5065.55			

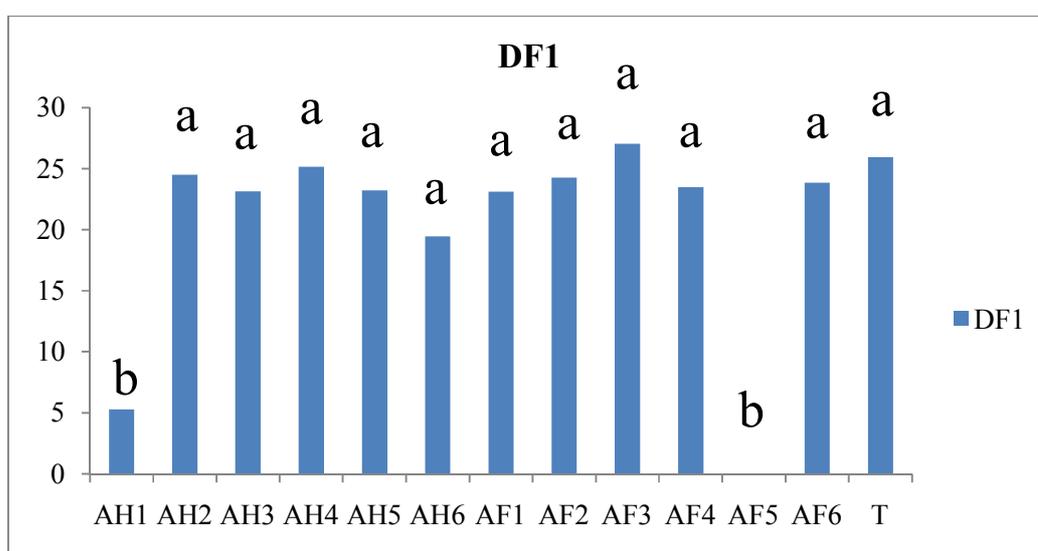


Figura 3. Diámetro de fruto de chile habanero, en el primer corte.

### Peso del fruto

En el peso del fruto, en el primer corte, hay resultados altamente significativos de los tratamientos (Cuadro 7). Además en la Figura 4, se puede observar que al agregar ácidos húmicos a la dosis más baja, el fruto no supera los 15 g, y el promedio de esta variable es 37.76; pero con la aplicación de dos a seis ml. de estas sustancia orgánica (AH) los valores de esta variable aumentaron, mientras que con la adición de ácidos fúlvicos a su dosis más baja el fruto sobrepasa los 80 g; y con la adición de cuatro y cinco ml. de esta sustancias los valores disminuyen; sin embargó, con la aplicación de la dosis de cinco ml. del compuesto orgánico el valor resulto ser cero, ya que estas plantas no presentaron frutos. Se puede establecer que con la aplicación de un ml. de ácidos fúlvicos, se aventajo el testigo un 91.57 %, pero sin embargó desde el punto de vista estadístico los tratamientos AH2, AH6, AF2, AF3, AF6 y el T son iguales.

Cuadro 7. Análisis de varianza de peso de fruto de chile habanero, en el primer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	33077.3	2710.7	5.27	0.000**
Repetición	4	4755.1	1188.8	2.31	0.072NS
Error	47	24194.8	514.8		
Total	63	62027.3			

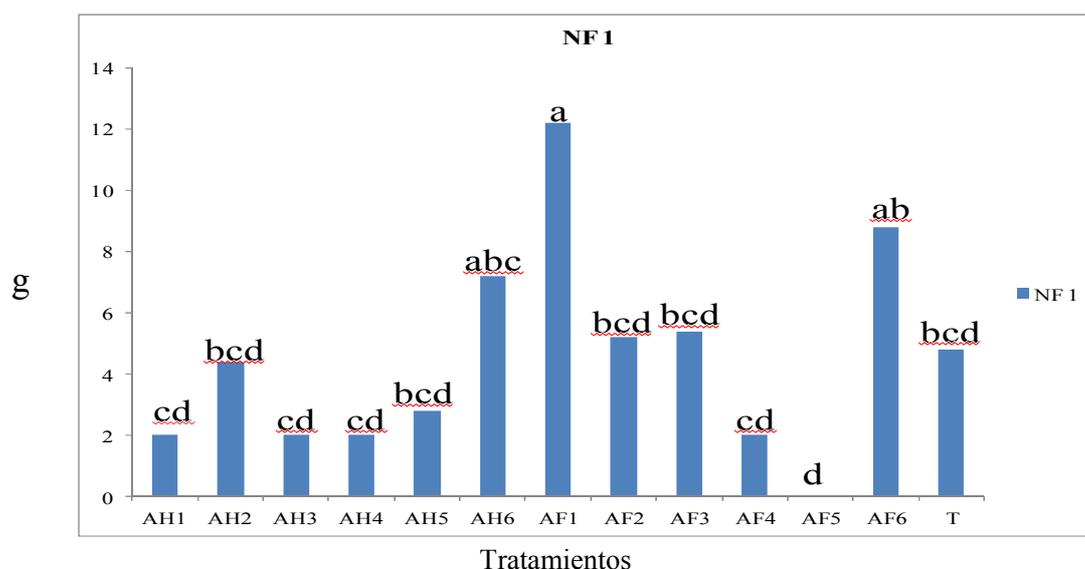


Figura 4. Peso de fruto de chile habanero, en el primer corte.

### Número de frutos

En el número de frutos, en el primer corte se encuentra un efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 8). Asimismo en la figura 5, se puede apreciar que al adicionar los ácidos húmicos en las dosis de 1, 2, 3 y 4 ml. de esta sustancia orgánica los valores de esta variable se mantiene equilibrada al no sobrepasar los 2 frutos; sin embargo en la dosis de dos ml. de ácidos húmicos supera los dos frutos, al igual que en las dosis de cinco y seis ml. de esta sustancia, mientras que con la aplicación de ácidos fúlvicos en las dosis medias (AF4,AF5) no sobrepasan los dos frutos; y en la aplicación de la dosis de cinco ml. del compuesto, el resultado es cero ya que en estas plantas no se obtuvieron frutos. Así se obtiene que con la aplicación de 2,6 ml. ácidos húmicos y con la adición de 2, 3, y 6 ml de ácido fúlvico, se aventaja al testigo, pero el mejor tratamiento resulto ser el de un ml de ácidos fúlvico que supero al testigo en 154 %.

Cuadro 8. Análisis de varianza de número de fruto de chile habanero, en el primer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	616.288	50.108	6.00	0.000**
Repetición	4	70.935	17.734	2.13	0.092NS
Error	47	392.215	8.345		
Total	63	1079.438			

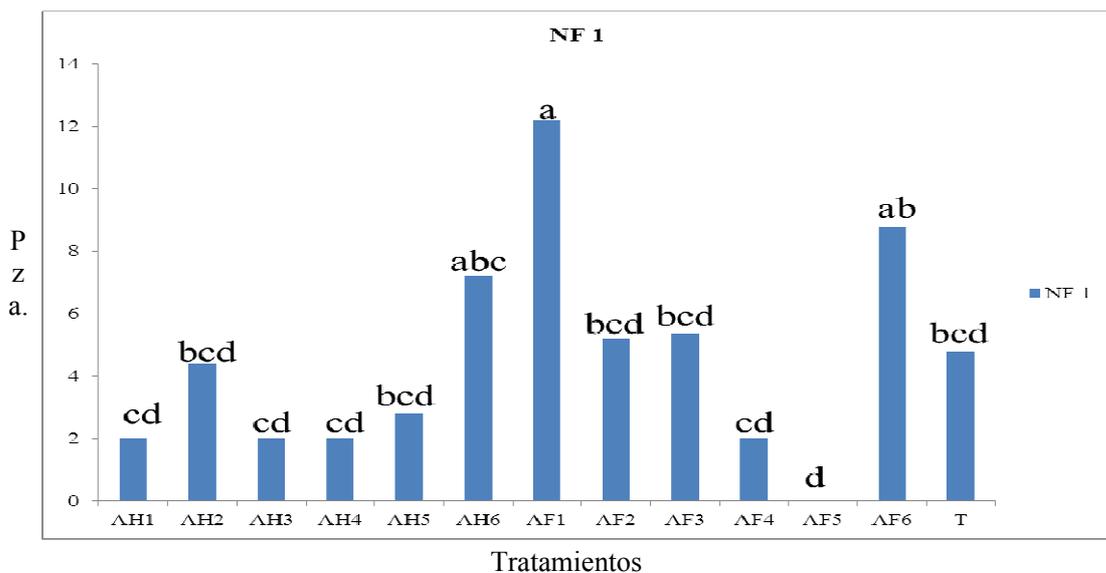


Figura 5. Número de fruto de chile habanero en el primer corte.

## SEGUNDO CORTE

### Longitud del fruto

En la longitud de fruto en el segundo corte no se presenta efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 9). Sin embargo; en la figura 6 se puede establecer, que con las dos dosis inferiores de ácidos húmicos, los valores fueron cuatro centímetros. A su vez se aprecia que todos los tratamientos están más o menos iguales entre 3.8 y 4.5 centímetros de longitud. Aunque se tiene, que con la aplicación de ácidos fúlvicos y ácidos húmicos a cualquier dosis, se adelantó al testigo pero dando un mejor resultado la aplicación de 3ml de AF que superó al testigo en un 40 %.

Cuadro 9. Análisis de varianza de longitud de fruto de chile habanero, en el segundo corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	5.2154	0.4360	1.45	0.179 NS
Repetición	4	1.1641	0.2910	0.97	0.435 NS
Error	47	14.1669	0.3014		
Total	63	20.5464			

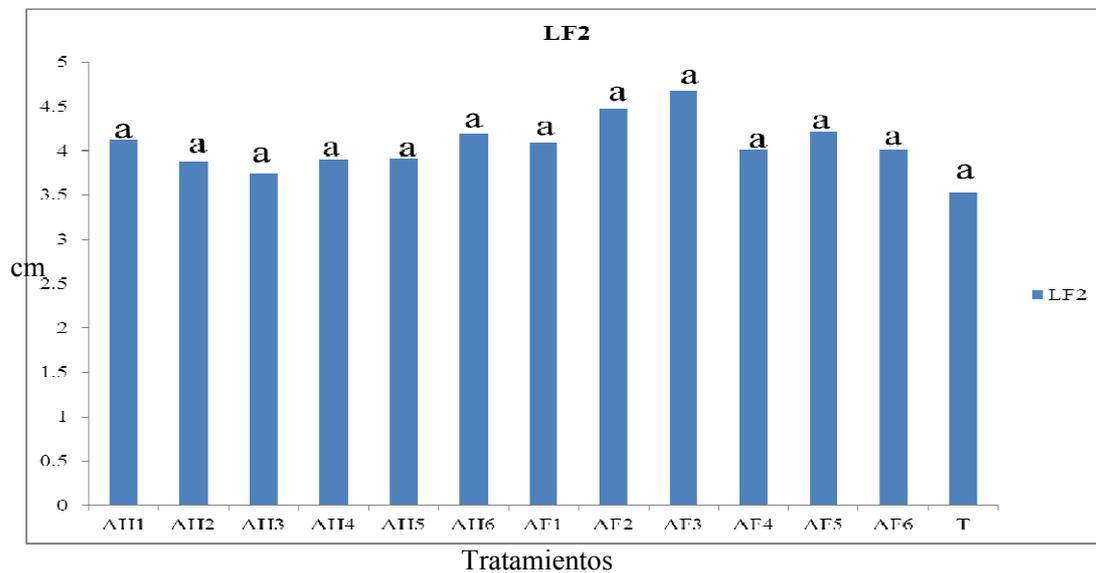


Figura 6. Longitud de fruto de chile habanero, en el segundo corte.

**Diámetro de fruto**

En el diámetro del fruto en el segundo corte no se presentó efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 10). Además en la Figura 7, se puede apreciar que con las cinco dosis más bajas de ácidos húmicos, los valores estuvieron entre 23 y 24 milímetros, solamente AH3 superó un poco los 24 centímetros. Los AF disminuyen del 1 al 3 de 24 a 22 aumenta en el cuatro a 26 y nuevamente disminuye el 5 y 6 hasta 23 mm. En lo que respecta a la adición de los ácidos fúlvicos se aprecia que con las tres dosis menores los valores fueron decreciendo. El testigo alcanzó un diámetro de solamente 22 mm. No obstante se tiene, que en la aplicación de 4 ml. de ácidos fúlvicos se sobrepasó al testigo en 15.76 %, y con la aplicación de ácidos húmicos en la dosis de tres ml. adelanta al testigo en 9.28%

Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro de fruto de chile habanero, en el segundo corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	60.789	5.089	0.80	0.648 NS
Repetición	4	36.244	9.061	1.42	0.241NS
Error	47	298.921	6.360		
Total	63	395.954			

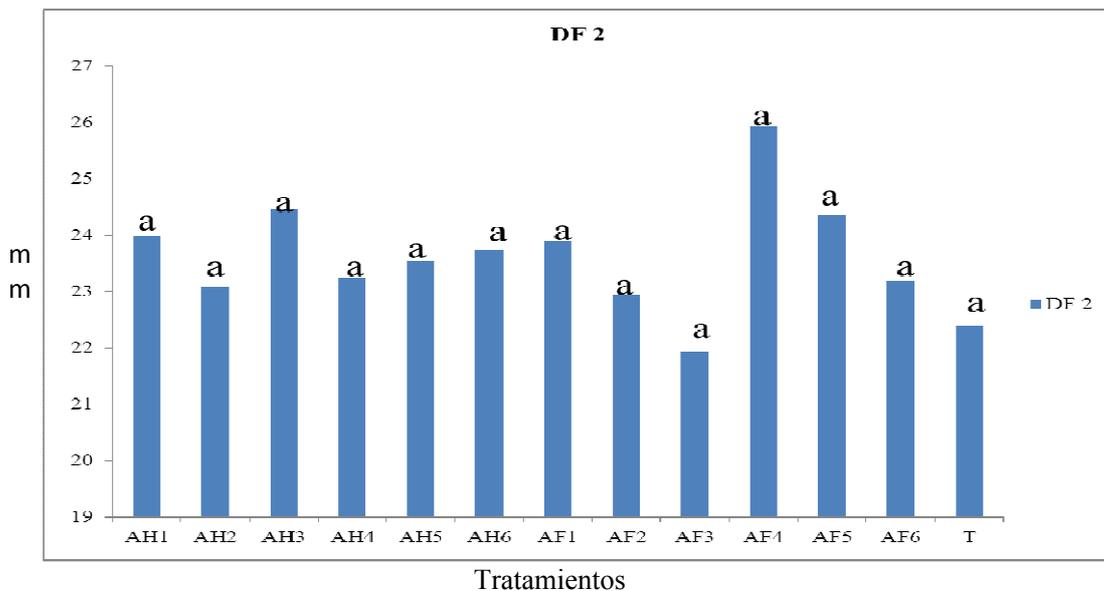


Figura 7. Diámetro de fruto de chile habanero, en el segundo corte.

### Peso del fruto

En el peso del fruto en el segundo corte, no se reporto efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 11). Aunque de forma graficase puede establecer, que con las cuatro primeras dosis de ácidos húmicos los valores de esta variable aumentan, aunque en la dosis de cinco ml. de la sustancia orgánica decrece de manera importante. Mientras que al agregar los ácidos fúlvicos en su dosis menor aumenta la variable en forma considerable. Con las dosis siguientes se aprecia un decrecimiento y movimiento anormal en la Figura 8. Pero se tiene, que con la aplicación de 4 ml. de ácidos húmicos se adelanto al testigo 79.7 %, también con dición de un ml. de ácidos fúlvicos se aventajo al testigo en 65.05 %.

Cuadro 11. Análisis de varianza de peso de fruto de chile habanero, en el segundo corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	4944.7	410.3	1.05	0.422 NS
Repetición	4	245.0	61.2	0.16	0.959 NS
Error	47	18373.2	390.9		
Total	63	23562.9			

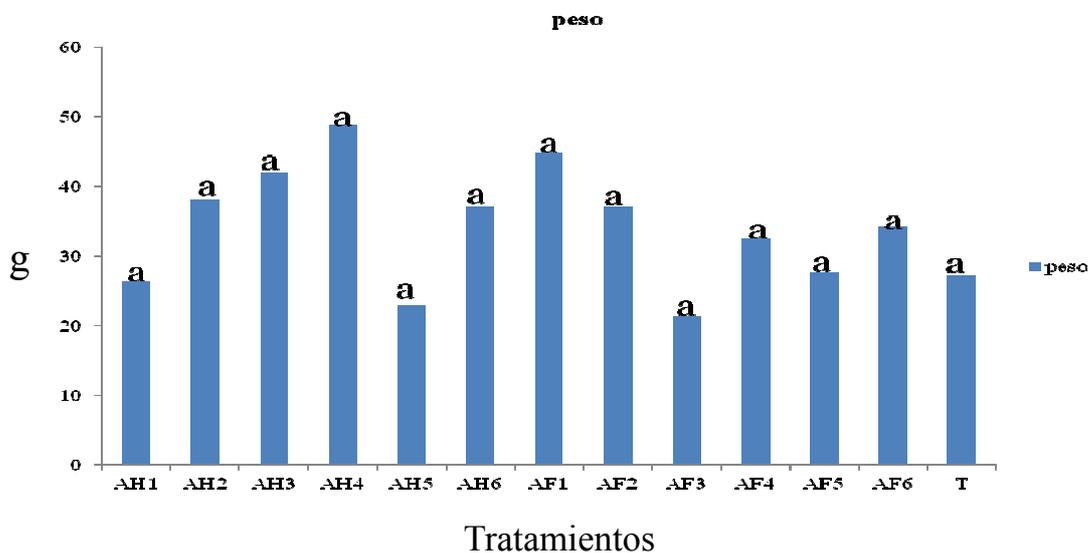


Figura 8. Peso de fruto de chile habanero, en el segundo corte.

### Número de frutos

En el número de frutos los tratamientos no actuaron de forma significativa (Cuadro 12). El número de frutos mayor al aplicar una dosis de 3 ml. de ácidos húmicos, asimilando que en una dosis superior disminuye el valor de esta variable. Mientras tanto en los ácidos fúlvicos las dosis menores presentan altos valores en esta variable y al ir incrementando las dosis se obtiene una equivalencia entre los tratamientos. Siendo así la mejor aplicación la de 1 ml. de ácido fúlvico, ya que se supero al testigo en 122 %, y en la aplicación de ácidos húmicos en la dosis de 3 ml. supero al testigo en 61.1 %.

Cuadro 12. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el segundo corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	216.21	17.69	1.62	0.119NS
Repetición	4	9.20	2.30	0.21	0.931NS
Error	47	513.95	10.94		
Total	63	739.36			

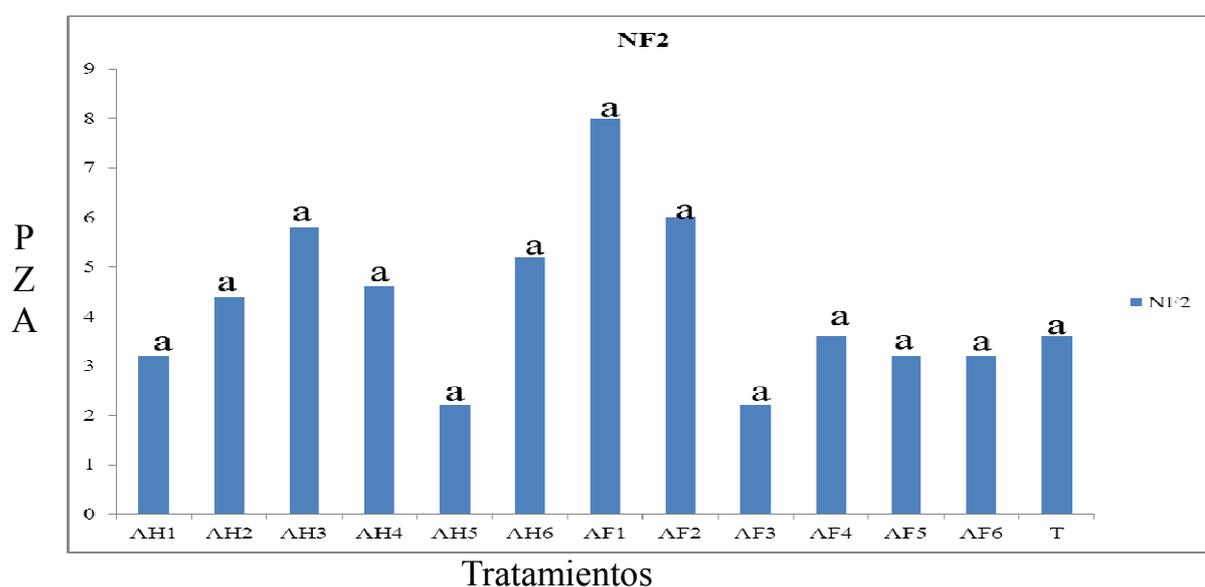


Figura 9. Número de frutos de chile habanero, en el segundo corte.

## TERCER CORTE

### Longitud de fruto

En la longitud del fruto, en el tercer corte, hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 13). También en la figura 10, se puede apreciar que al adicionar los ácidos húmicos en los primeros tres tratamientos los frutos alcanzan un valor hasta de cuatro centímetros, pero en las dosis siguientes se observa que se mantienen los valores en esta variable. Mientras que con la aplicación de ácidos fúlvicos en su segunda dosis el fruto no sobrepasa los tres centímetros de esta variable, pero con las dosis de tres a seis ml. del compuesto orgánico (AF) los valores se incrementan. Se puede constituir que al adicionar 3 ml. de ácidos húmicos, se aventajo al testigo por 23.5 %, y al agregar seis ml. de ácidos fúlvicos se supero al testigo en 14.07 %.

Cuadro 13. Análisis de varianza de longitud de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	7.0269	0.5857	2.23	0.026*
Repetición	4	1.7318	0.4329	1.65	0.179NS
Error	47	12.3673	0.2631		
Total	63	21.1259			

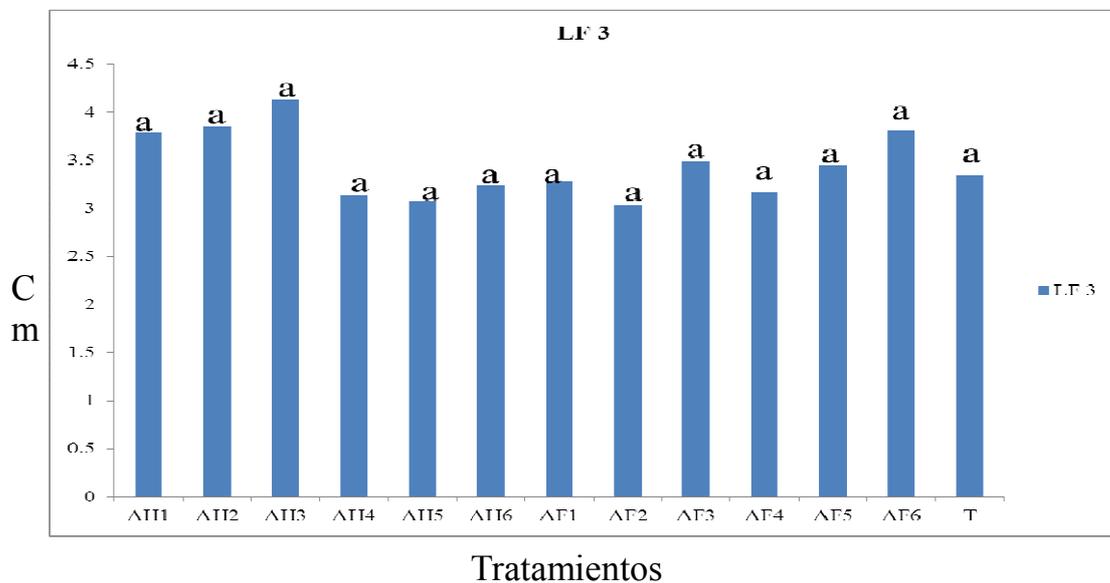


Figura 10. Longitud de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

### Diámetro de fruto

En el diámetro del fruto, en el tercer corte, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 14). También en la Figura 11, se puede observar que al agregar los ácidos húmicos en las dosis más altas el valor de esta variable no sobre pasa los 20 milímetros; pero con la adicción de dos a tres ml. de esta substancia los valores aumentaron, mientras que con la adicción de los ácidos fúlvicos, los valores de esta variable medida en el fruto aumentan con forme la dosis aumenta, y se establece que con la aplicación de 3 ml. de los ácidos húmicos, se aventajo al testigo en 10.9 %, pero también con la adicción de 4 ml. de ácidos fúlvicos se adelanto al testigo en 8.88% .

Cuadro 14. Análisis de varianza de diámetro de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	242.198	20.042	4.04	0.000**
Repetición	4	17.251	4.313	0.87	0.489 NF
Error	47	233.058	4.959		
Total	63	492.507			

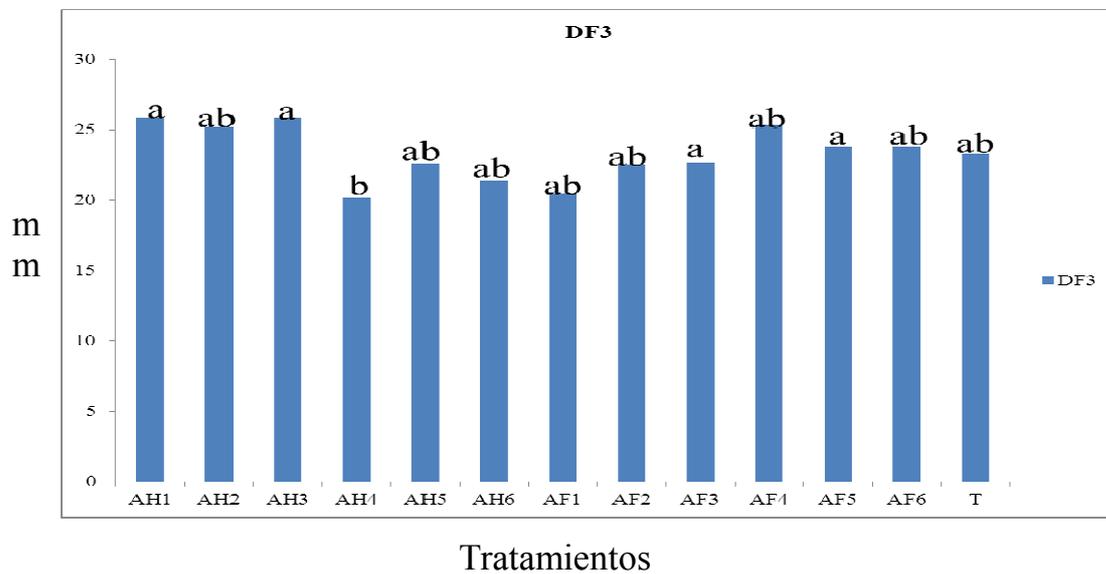


Figura 11. Diámetro de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

### Peso del fruto

En el peso de fruto del tercer corte, los tratamientos, no presentaron efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 15). Además en forma grafica se establece que al aumentar la dosis de los ácidos húmicos los valores de esta variable aumentan sin embargo, con la aplicación de la dosis de dos y cinco ml. del compuesto (AH) los valores no sobrepasan los 60 g. En lo que respecta a la aplicación de los ácidos fúlvicos se observa una distribución casi igual. Sin embargo en la dosis de 6 ml. el valor de esta variable no sobrepasa los 80 g en el fruto. Aunque con la aplicación de 6 ml. de los ácidos húmicos, se adelanto al testigo en 87.72 %, mientras que al aplicar ácidos fúlvicos se supero al testigo en 42.53 % sientos estos los mejores tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de varianza de peso de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	68473	5747	1.61	0.121 NS
Repetición	4	4903	1226	0.34	0.847 NS
Error	47	167655	3567		
Total	63	241031			

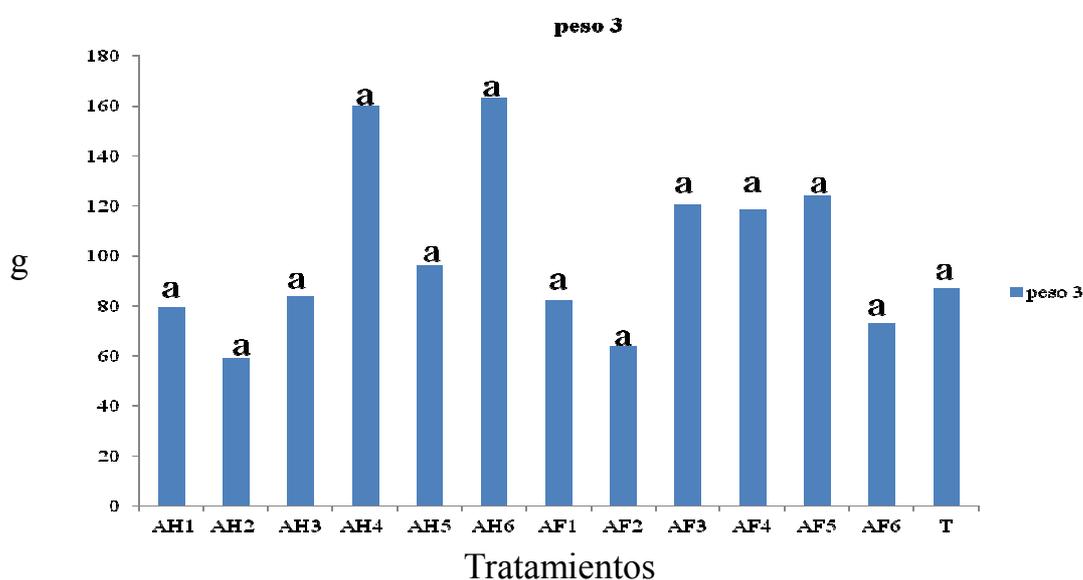


Figura 12. Peso de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

### Número de frutos

En el número de fruto, en el tercer corte no se presenta efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 16). Además en la figura 13 se observa que al agregar la dosis de 6 ml. de los ácidos húmicos el valor aumenta considerablemente mientras que en los valores menores se observa un crecimiento normal, pero en la dosis de cinco ml. de esta sustancia (AH) el valor no sobrepasa los 17 piezas de chiles; En lo que respecta a la aplicación de los ácidos fúlvicos, se aprecia que hay una distribución normal ya que al ir aumentando la dosis el valor de esta variable no se diferencia mucho, pero en la dosis de dos y seis ml. el valor de esta variable decrece nuevamente, aunque estadísticamente se mantiene similar. Aunque con la aplicación de 1, 3, 4, 5, y 6 ml. de los ácidos húmicos, y con la adición de 1, 3, 4, 5, ml de ácidos fúlvicos se sobrepasó el testigo, siendo el mejor tratamiento el de 6 ml. de (AH) y el de la dosis de 4 ml. de (AF).

Cuadro 16. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	2397.9	200.0	1.31	0.246 NS
Repetición	4	405.3	101.3	0.66	0.621NS
Error	47	7189.1	153.0		
Total	63	9992.2			

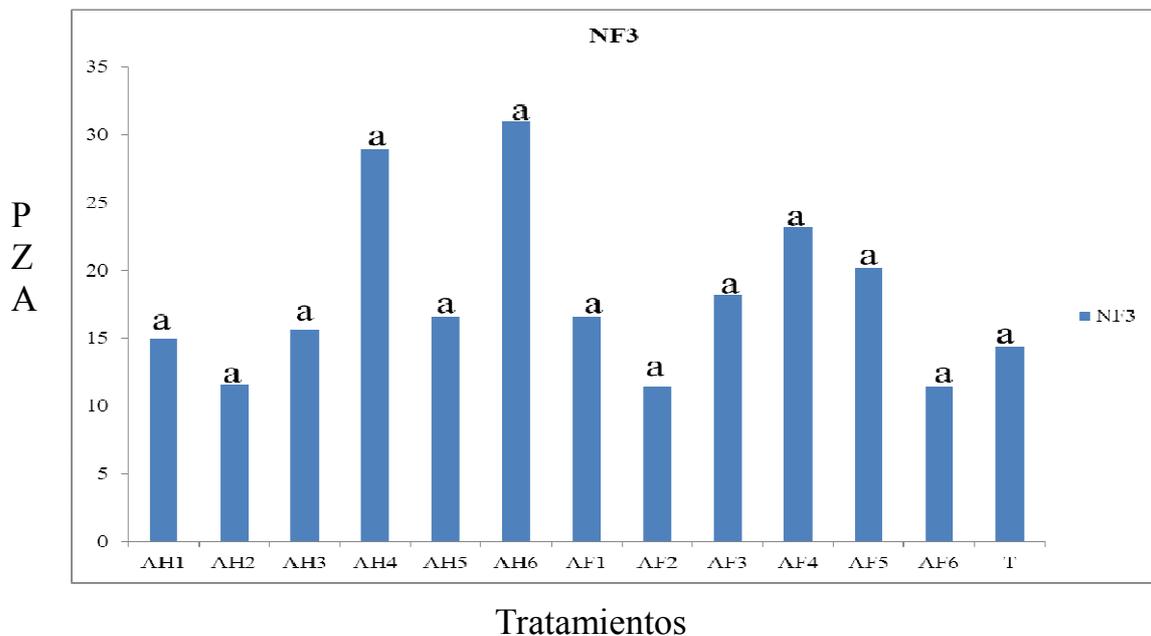


Figura 13. Número de frutos de chile habanero, en el tercer corte.

## CUARTO CORTE

### Longitud del fruto

En la longitud de fruto, en el cuarto corte, hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 17). Además en la Figura 14, se puede observar que al adicionar los ácidos húmicos los valores de esta variable aumentan un poco, pero en la dosis cinco ml. del compuesto (AH), el valor de esta variable no sobrepasa los tres centímetros. En cambio al adicionar los ácidos fúlvicos los valores de esta variable fueron aumentando proporcionalmente. Sin embargo al adicionar 6 ml. de los ácidos fúlvicos se aventajo en 18.45 % al testigo y al adicionar 4 ml. de ácidos húmicos se supera al testigo en 10.74 %.

Cuadro 17. Análisis de varianza de longitud de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	1.93522	0.16009	1.71	0.095NS
Repetición	4	0.26458	0.06614	0.71	0.592NS
Error	47	4.40442	0.09371		
Total	63	6.60421			

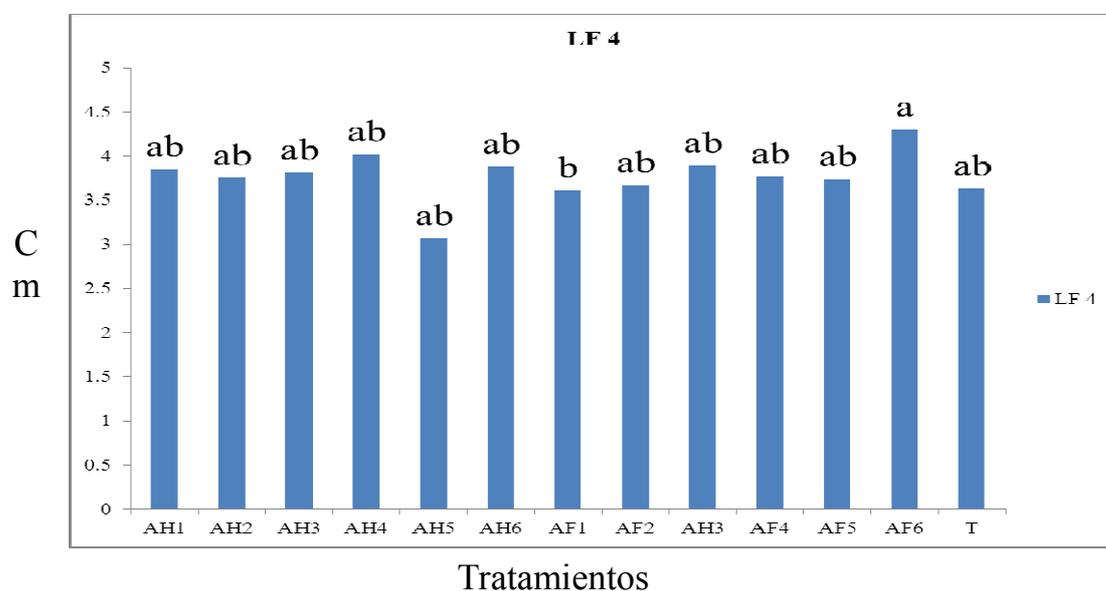


Figura 14. Longitud de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

### Diámetro de fruto

En el diámetro de fruto, en el cuarto corte, hay efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 18). Además en la figura 14, se aprecia que en las dosis más de bajas de ácidos húmicos el fruto sobrepasa los 25 milímetros y en las dosis 4 y 6 ml. los valores de esta variable disminuyen considerablemente. En cambio al adicionar los ácidos fúlvicos en las primeras dos dosis tiene un efecto de aumento, aunque el tratamiento cinco es mayor esta variable medida, y esto se refleja en los tratamientos siguientes ya que esto se presenta de dos en dos. Así se puede establecer que con la adición de 2 ml. de ácidos húmicos se sobrepasa al testigo en 20.44 %, también con la agregación de 5 ml. de ácidos fúlvicos se supero al testigo en 6.13 %.

Cuadro 18. Análisis de varianza de diámetro de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	134.882	11.190	4.49	0.000**
Repetición	4	4.317	1.079	0.43	0.784NS
Error	47	117.165	2.493		
Total	63	256.365			

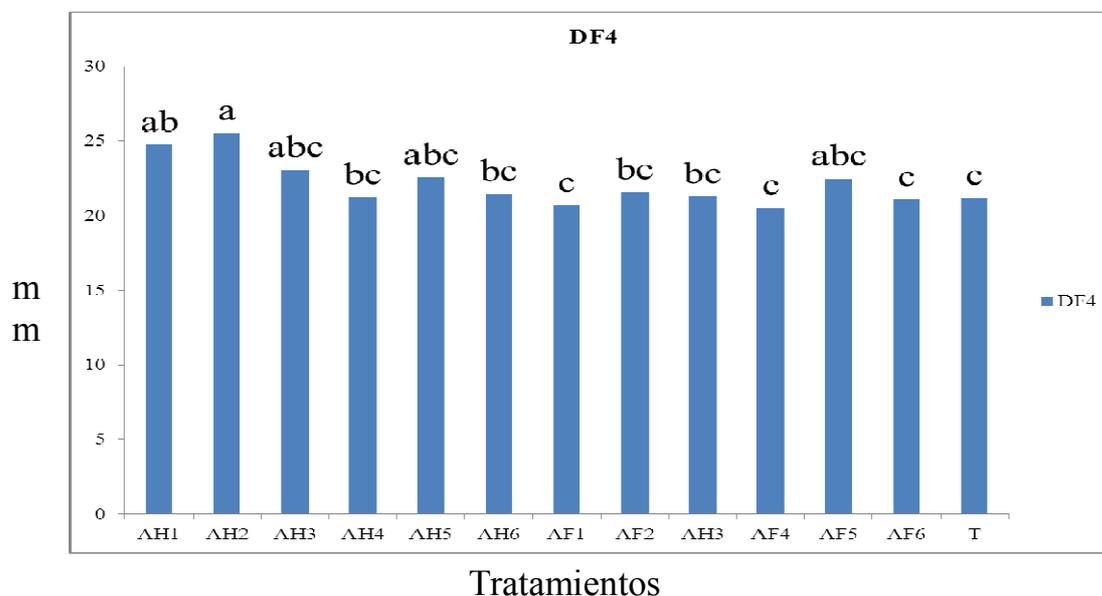


Figura 15. Diámetro de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

### Peso del fruto

En el peso del fruto, en el cuarto corte, se encontró un efecto altamente significativo del tratamiento (Cuadro 19). Así mismo en la Figura 16, se aprecia que en la dosis de 5 ml. los valores el fruto no sobrepaso los 80 gramos, sin embargo en la dosis de 4 ml. de ácido húmico los valores de esta variable aumentaron considerablemente ya que casi es el doble, pero con la adicción de los ácidos fúlvicos se aprecia un movimiento casi igual en la grafica, ya que en la dosis inferior el valor de los frutos sobrepasa los 100 g, pero después se observa que la dosis siguiente 2 ml. el fruto no sobrepasa los 80 g, posteriormente en la dosis siguiente se aprecia que el valor de esta variable aumenta considerablemente, pero con la aplicación de las dosis siguientes los valores emprenden una disminución en el valor de esta variable. Sin embargo al añadir 4 ml. de ácido húmico sobrepasa al testigo en 184 %; y al agregar 3 ml. de ácidos fúlvicos se supera al testigo en 174.11 %.

Cuadro 19. Análisis de varianza de peso de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	57815	4838	3.17	0.002**
Repetición	4	4862	1215	0.80	0.534NS
Error	47	71746	1527		
Total	63	134423			

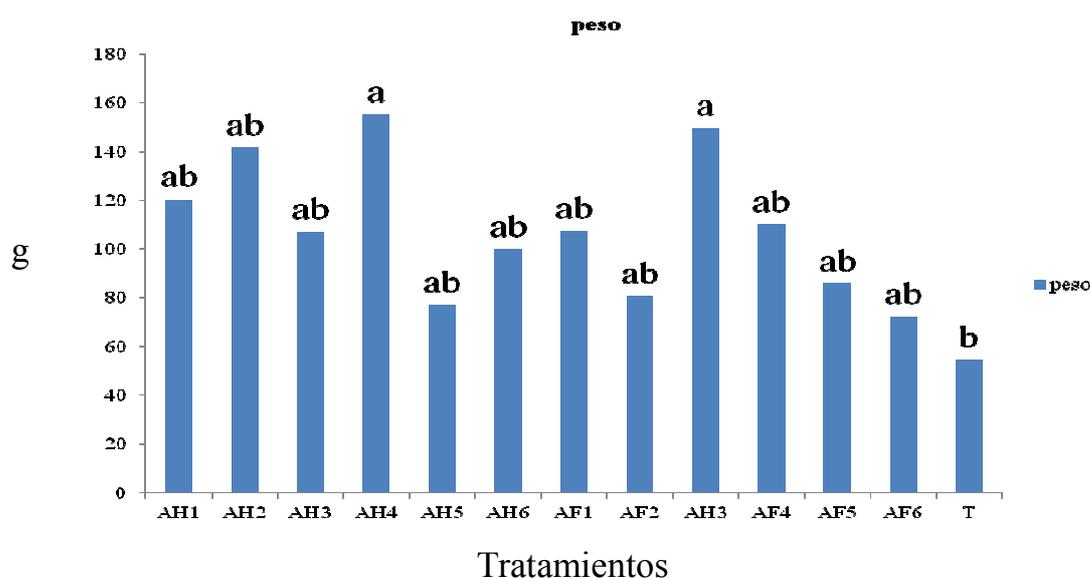


Figura 16. Peso de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

### Número de frutos

En el número de frutos, en el cuarto corte surgió efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadro 20). Además en la Figura 17, se puede apreciar que al adicionar ácidos húmicos en su más baja concentración el futo sobrepasa las 20 piezas; pero con la adicción de 2, 3, 4, 5 y 6 a seis mililitros de estas sustancias (AH) los valores disminuyen. En cambio al agregar los ácidos fúlvicos en la dosis de 2 ml. los frutos no sobrepasan las 10 piezas; no obstante se establece que con la adicción de 3 ml.de ácido fúlvico se sobre pasa al testigo en 200 %. Pero con la adicción de cuatro a seis mililitros de estas sustancias los valores disminuyen considerablemente. Además con la adicción de 4 ml. de ácidos húmicos se supera en 182 % al testigo.

Cuadro 20. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	1487.98	124.52	2.69	0.008**
Repetición	4	198.41	49.60	1.07	0.381NS
Error	47	2173.09	46.24		
Total	63	3859.48			

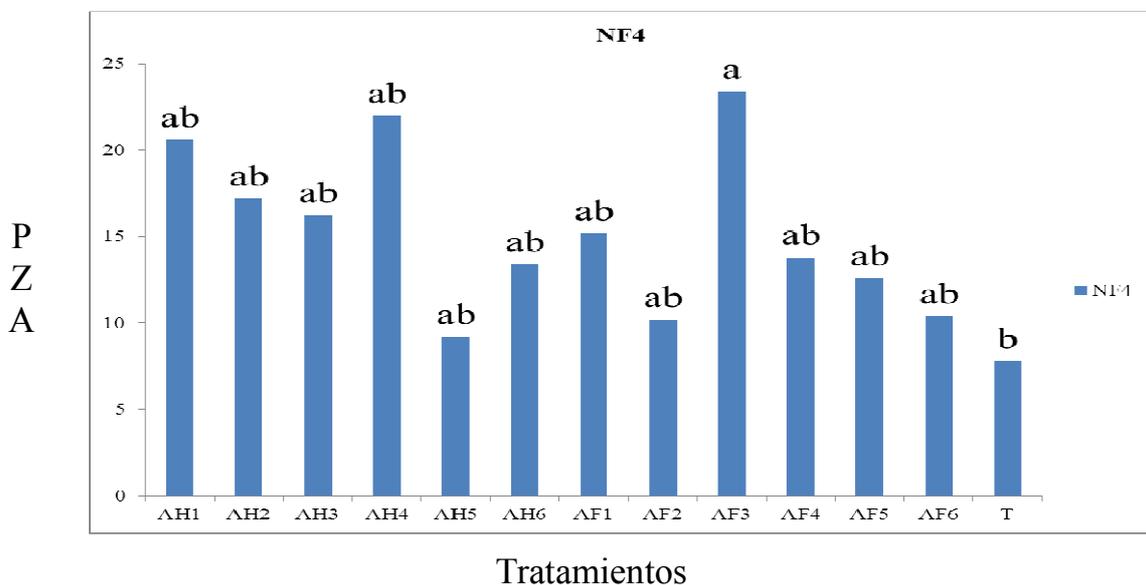


Figura 17. Número de frutos de chile habanero, en el cuarto corte.

## QUINTO CORTE

### Longitud de fruto

Al aplicar 6 ml. de ácidos húmicos en el quinto corte se obtuvo la mayor longitud del fruto y se aventajó en 24.25 % al testigo (Figura 18). Así mismo la adición de 2 ml. de ácidos fúlvicos superó en 23.95 % al testigo. Los tratamientos se comportaron de forma variable dado que los mismos realizaron efecto significativo alto (Cuadro 21).

Cuadro21. Análisis de varianza de longitud de frutos de chile habanero, en el quinto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	3.28939	0.27386	5.86	0.000**
Repetición	4	0.06027	0.01507	0.32	0.862NS
Error	47	2.19653	0.04673		
Total	63	5.54619			

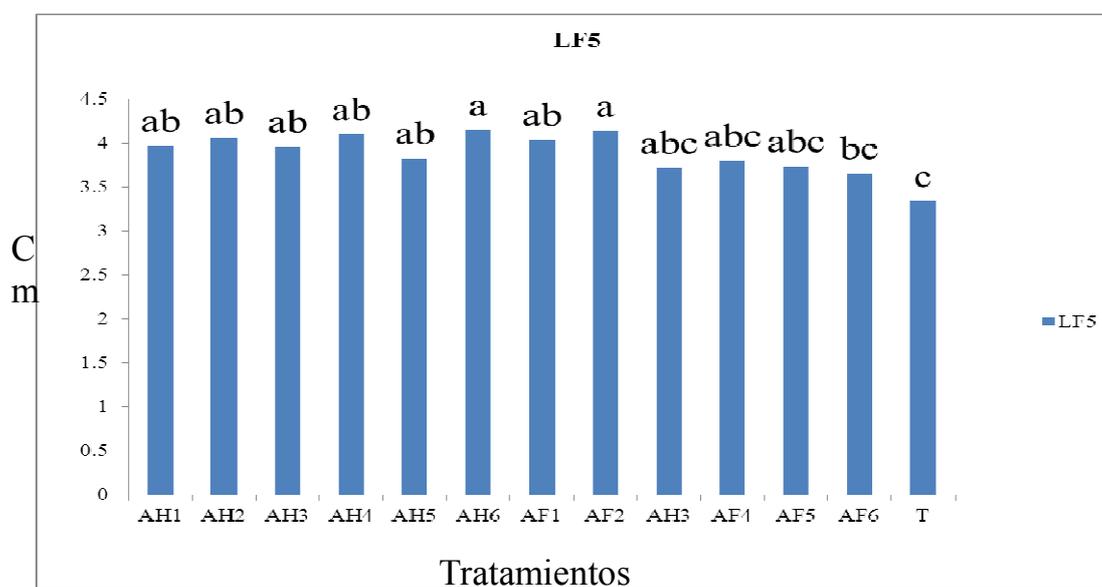


Figura 18. Longitud de frutos de chile habanero, en el quinto corte.

### Diámetro de fruto

Al agregar 4 ml. de los ácidos húmicos, el valor de la variable aumentó con respecto al testigo en 7.67 %. Además al agregar el ácido fúlvico se encontró que al adicionar 3 ml. del compuesto orgánico también aventajó en 4.09 % al testigo (Figura 19). Los tratamientos no generaron efecto significativo. (Cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de varianza de diámetro de frutos de chile habanero, en el quinto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	19.511	1.617	1.31	0.245NS
Repetición	4	5.920	1.480	1.20	0.324NS
Error	47	58.045	1.235		
Total	63	83.477			

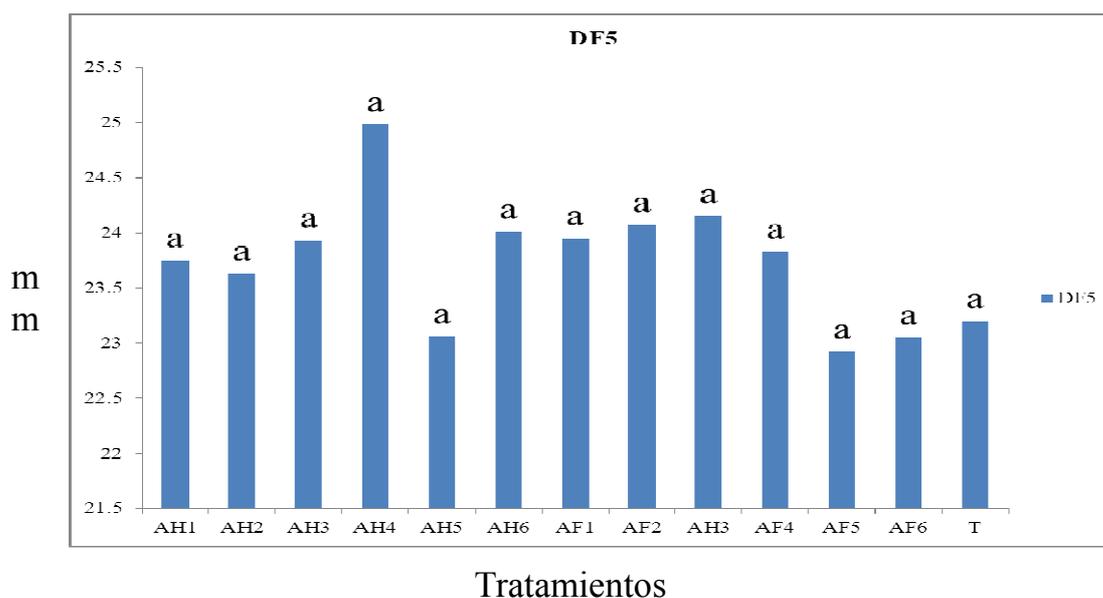


Figura 19. Diámetro de frutos de chile habanero, en el quinto corte.

### Peso del fruto

En el peso del fruto los tratamientos no actuaron de forma significativa (Cuadro 23), el peso del fruto mayor, fue al aplicar la dosis de 2 ml. de esta substancia húmicas el cual aventajó en 243.01 % al testigo (Figura 20). Además con la adición de ácidos fúlvicos en la dosis de 6 ml. también superó en 160 % al testigo, pero estadísticamente en la figura 20 no hay diferencia significativa.

Cuadro 23. Análisis de varianza de peso de frutos de chile habanero, en el quinto corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	12	60170	5020	2.00	0.046NS
Repetición	4	5916	1479	0.59	0.673NS
Error	47	118250	2516		
Total	63	184335			

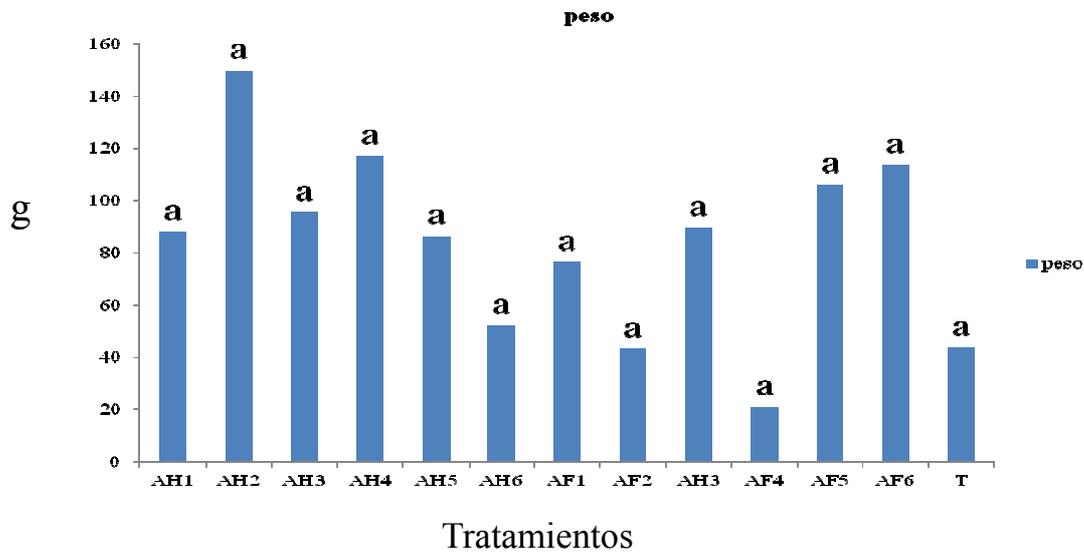


Figura 20. Peso de frutos de chile habanero, en el quinto corte.

### Número de frutos

En el número de frutos los tratamientos no presentaron diferencia significativa (Cuadro 24), el número de frutos mayor, fue al aplicar los ácidos húmicos con 2 ml. del material orgánico, el cual aventajó en 200 % al testigo (Figura 21), la adición de ácidos fúlvicos en la dosis 4 ml. de esta sustancia también superó en 156.25 % al testigo. Además estadísticamente en la figura 21 no se presenta significancia.

Cuadro 24. Análisis de varianza de número de frutos de chile habanero, en el quito corte.

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	12	817.00	68.07	1.62	0.118NS
Repetición	4	14.63	3.66	0.09	0.986NS
Error	47	1972.12	41.96		
Total	63	2803.75			

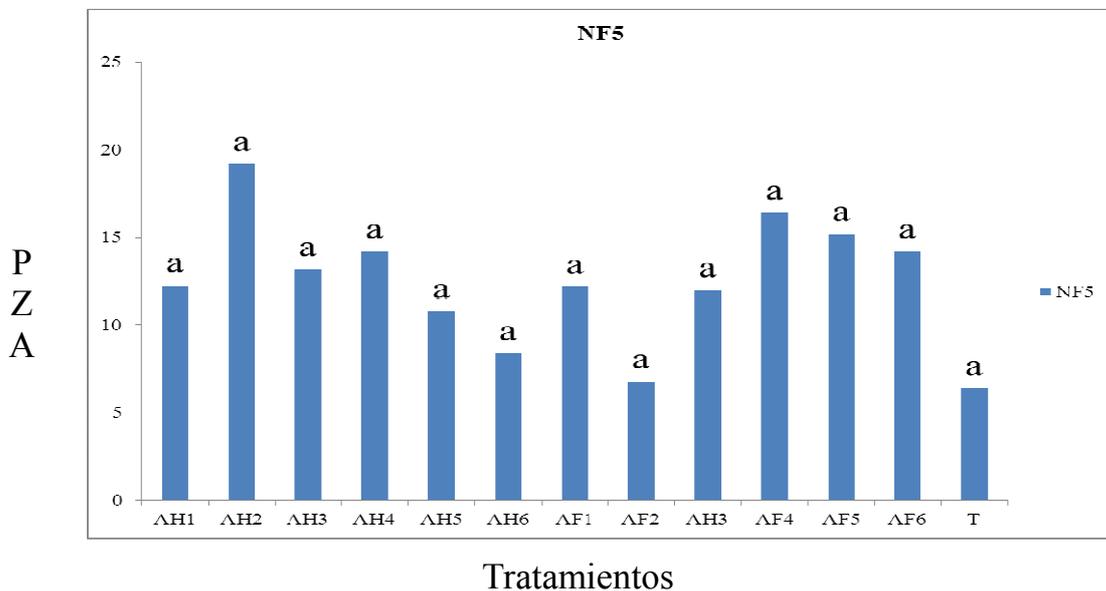


Figura 21. Número de frutos de chile habanero en el quito corte.

Se puede apreciar como existe una gran variación en cuanto a la diferencia de vitamina C en los chiles que se les aplicaron los ácidos húmicos ya que estos presencian más vitamina C en comparación a los ácidos fúlvicos, por lo tanto siendo a si el mejor tratamiento la aplicación de 4 ml. de ácidos húmicos.

Cuadro 25. Análisis de vitamina C en el chile habanero.

Tratamiento	vitamina C (mg/100 gr de fruta)
AH1	1012
AH2	897.6
AH3	1100
AH4	1320
AH5	862.4
AH6	528
AF1	968
AF2	888.8
AF3	748
AF4	827.2
AF5	862.4
AF6	844.8
T	906.4

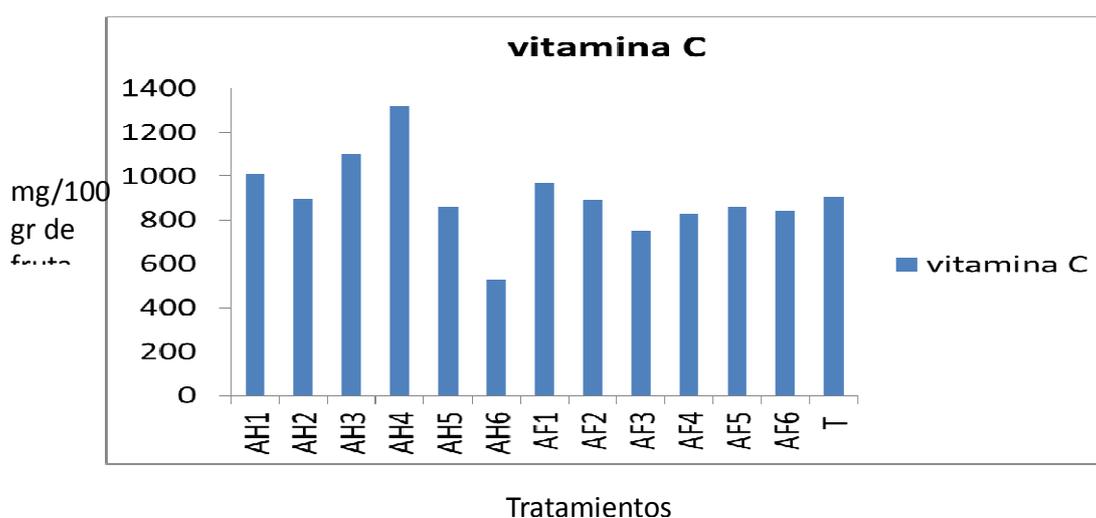


Figura 22. Análisis de vitamina C en el chile habanero.

## **CONCLUSIÓN**

Los ácidos húmicos de leonardita, realizaron efecto en la longitud, diámetro y peso del fruto; mientras que los ácidos fúlvicos de leonardita, lo efectuaron en el número de frutos. En el contenido de Vitamina C, el efecto se manifestó al adicionar los ácidos húmicos de leonardita.

## LITERATURA CITADA

- Albuzio, A., Ferrari, G., Nardi, S. 1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Science*, 66: 731-736.
- Aiken, G.R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L., MacCarthy, P. 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. pp. 1-9. *In* Humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation and characterization. G. R. Aiken et al. (ed.). Wiley-Interscience, New York.
- Báez S. R., Bringas T. E., Mendoza W. A. y Mercado J. N., 1993. Almacenamiento de Productos Hortofrutícolas IV. Mango, Chile, Pimiento y Aguacate. Centro de Investigación en Alimentación A. C. Reporte Anual. Tomo II.
- Benedetti, A., 1990 y 1992. Fertilization with NPK and humate-NPK: plant yield and nutrient dynamics. *Suelo y Planta*. 2:203-214.
- Burgueño C. H. 1995. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. 2a ed. Vol. 2. Culiacán Sinaloa. México p.32-36
- Caamal, C. I., F. Jerónimo A. y F. A. Chin C. 2000. Beneficio Económico de la producción de chile habanero (*Capsicum chinense*) en el Municipio de Halacho, Yucatán. UACH. Chapingo México, pp. 1-17.
- CADAHIA, C. (1998), Fertirrigación Cultivos Hortícolas y Ornamentales. España.
- Chen Y. and Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. pp. 161-186. *In* Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds.).
- Consejo Nacional del Sistema Producto Chile (CONAPROCH). 2006. Situación Actual del Sistema Producto Chile. Tampico, Tamaulipas, México. pp. 3-36.
- De Saussure, T. 1804. Recherches Chimiques sur la Vegetación. Paris.
- Dewitt, D. & Bosland, P. 1994. The pepper garden, Berkeley, California, USA. Ten Speed Press. pp. 59-71.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0 AGLS. FAO. Rome, Italy
- FLAIG, W. (1995), Contribución al Estudio de los Ácidos Húmicos. Madrid (España), Instituto de Edafología y Fisiología.

- Flores G. A., 1998. Índices de cosecha de frutas y hortalizas. En: R. Báez-Sañudo (Ed.) Manejo poscosecha de frutas y verduras en Iberoamérica. CYTED (RITEP), Hermosillo; Sonora, México. pp. 9-13.
- García, C. 1990. Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia
- Godinez-Hernández, Y.; Anaya-López, J.L.; Díaz-Plaza, R.; González-Chavira, M.; Torres-Pacheco, I. 2001. Characterization of resistance to Pepper Huasteco Geminivirus in chili Peppers from Yucatán, Mexico. HortScience 36:139-142
- Iwai K., Susuki T. y Fujiwaki H., 1979. Formation and Accumulation of Pungent Principle of hot Pepper Fruits, Capsaicin and its Analogues, in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubasa at Different Growth Stages After Flowering. Agr. Biol. Chem. 43, 2493-2498.
- Instituto Nacional de Investigadores Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1993. Paquete Tecnológico. China Campeche.
- Kader A. A., 1992. Quality Factors: Definition and evaluation for fresh horticultural crops. Pp.118. In Postharvest Technology of Horticultural Crops. Kader A., Kasmire R., Mitchell F., Reid M., Sommer N. y Thompson J., (eds.) Special Publication. University of California, Davis.
- KANANOVA, M.M. (1983), Materia Orgánica Del Suelo. Barcelona (España) Segunda edición. Pág. 25
- León, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Servicio Editorial IICA, San José Costa Rica, C. A. 182 p.
- Long-Solís, J. 1998. Capsicum y Cultura: La Historia del Chile. Fondo de Cultura Económica. México. 2ª. Edición. pp. 77-78.
- Long, S. J. 1986. Capsicum y Cultura. La historia del Chile. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Laborde, C.A. y Pozo, C. O. 1984. Presente y Pasado del Chile en México, 2da. Ed. SARHINIA, México D.F.

- Meléndez, Gloria. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Taller de Abonos Orgánicos
- Mojarro B. 1986. Revista Productores de Hortalizas.
- Martínez, M. y Tico, L (1975), Agricultura Practica. Barcelona (España) Editorial Ramón Sopena. Pag.157-167.
- Martín-Mex, R., y A. Larqué-Saavedra. 2003. Efecto de salicilatos en la productividad de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.). X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias Hortícolas. 20-24 de octubre de 2003. Chapingo, México. p. 129.
- Medina Jesús, 1984. Guía para producir Chile Habanero en la zona Henequenera. Editorial Unidad de Difusión Técnica del CIAPY.
- Muñoz-Carrillo, C. 2005. Plan de mercadeo. En: Seminario de Chile Habanero. Memorias. Compiladores: Héctor Torres Pimentel y Carlos franco Cáceres. SAGARPA-INIFAP, Fundación PRODUCE Yucatán, México. pp. 87-101.
- Ortiz, M. E. y Larqué, S.A. 1999. Uso de reguladores de crecimiento en la floricultura mexicana. Ciencia y desarrollo. 35 (148) p.26 Olmos, S., Esteban, E., Lucena, J. J. 1998. Micronutrient extraction in calcareous soils treated with humic substances. J. Plant Nutrition, 21 (4): 687-697.
- Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G. 1992. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. Soil Biol. Biochem. 24, 373-380.
- Ramírez L. M. C. 1981. I.T.A. No. 5. China Campeche.
- Ramírez, M. M. 1989. Clasificación de genotipos de Chile Serrano (*Capsicum annum* L).
- S Rylski I. 1985. Capsicum in: Halevy, H. A. (Ed), CRC Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Raton, FL p 140-146.

- Ramírez, J., G., S. Góngora, G., L. A. Pérez, M., R. Dzib, E. R., C. Leyva, M. y I.R. Islas, F. 2005. Síntesis de oportunidades e información estratégica para fijar prioridades de investigación y transferencia de tecnología en Chile habanero (*Capsicum chinense*, Jacq). En: Estudio Estratégico de la Cadena Agroindustrial: Chile Habanero. INIFAP, SAGARPA, ASERCA, CIATEJ, UNACH, CICY, OTTRAS. Mérida, Yucatán, México. pp. 399-430.
- Rincón-Valdez, F., Echavarría-Cháirez, F. G., Rumayor-Rodríguez, A. F., Mena Covarrubias, J., Bravo-Lozano, A. G., Acosta-Díaz, E., Gallo-Dávila, J. S. y Salinas-González, H. 2004. Cadenas de Sistemas Agroalimentarios de Chile Seco, Durazno y Frijol en el Estado de Zacatecas: Una Aplicación de la Metodología ISNAR. Publicación Especial # 14. CIRNOC-INIFAP, ITESEM-Campus Zacatecas, Guadalupe Zacatecas, México. pp. 1-155.
- Rodríguez-del Bosque, L. A., Ramírez-Meraz, M., Pozo-Campodónico, O. 2004. Tecnología de producción de chile piquín en el noreste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Tamaulipas, México, pp. 01-33.
- SARH – INIA. 1984. Guía para producir Chile Habanero en suelos arables de Yucatán.
- Stevenson, F.J. 1994. Humus chemistry. Genesis, Composition, reactions. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Tun, D.J.C. 2001. Chile habanero. Características y tecnología de producción. INIFAP, Campo Experimental Zona Henequenera, Mococho, Yucatán.
- Trujillo, A.J.J.G.; Díaz, P.R. 1994. Obtención de cultivares de chile habanero con buenas características hortícolas y con tolerancia a la virosis transmitida por mosquita blanca. Society for Tropical Horticulture Interamerican. Campeche, Camp.
- Trujillo-Aguirre, J. J. G. y Pérez-Llanes, C del R. 2004. Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) diversidad varietal. Centro de Investigación Regional del Sureste, INIFAP, Campo Experimental Uxmal, Yucatán, México. pp. 5-23.
- Valadez, A. 1998. Producción de Hortalizas. Ed. Uteha Noriega. México D.F.
- Visser, S. A. 1985. Physiological action of humic substances on microbial cells. Soil Biol. Biochem. 17:457-462.

Zubiran, S. 1992. Comisión Nacional de Alimentación, Instituto Nacional de Nutrición.