

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



**El comportamiento de las Substancias Húmicas y Ácido Indolacético en la
Calidad del Tomate**

Por:

ERHIC SILVA BOHORQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

**Comportamiento de Sustancias Húmicas y Ácido Indolacético en la
Calidad del Tomate**

Presentada Por:

ERHIC SILVA BOHORQUEZ

TESIS DE LICENCIATURA

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

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Aprobado por:



Dr. Rubén López Cervantes
Asesor Principal



Dr. Edmundo Peña Cervantes
Coasesor



MC. Fidel Maximiano Peña Ramos
Coasesor



Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la división de Ingeniería

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2016

AGRADECIMIENTOS

A dios, por la vida, la sabiduría y el tiempo, habiendo favorecido cada uno de mis actos

Por sus consejos y guía, al Dr. Rubén López Cervantes...

A mi alma Terra Mater por acoger grandes mentes ilustres y hacer de mi estancia una de las mejores, alimentando cuerpo y alma

Al Dr. Edmundo Peña Cervantes, por haberse tomado el tiempo para compartir sus conocimientos

A MC. Fidel Maximiano Peña Ramos, porque a pesar de muchas variables, siempre resuelve la incógnita

A la MC. Alejandra Escobar Sánchez por recibir cálidamente a las mentes del mañana

A la familia Lasso por el apoyo y consejos brindados

A mi familia por haber sido participes en la realización de mis sueños

A mis amigos y conocidos...

¡Gracias!

DEDICATORIA

A mis padres quienes con todo su amor me brindaron apoyo incondicional, mi madre la señora Carmela Bohorquez Pérez, quien ha velado cada uno de mis sueños; mi padre el señor Emiliano Silva Maldonado, quien con su arduo trabajo mantuvo a flote mi existencia y la de mis congéneres.

A mis hermanos Edel, Elizabeth, Eliza y Emiliano por el apoyo incondicional y los buenos ratos que pasamos siempre juntos.

A ti Ana María por el cariño, amistad y apoyo que me has brindado siempre

A mis, sobrinos y primos por alegrarme cada día con su existir

A la profesora Evodia Silva Maldonado y al profesor Jaime Arguelles por su cariño, apoyo, consejos y canciones que siempre me brindan

A mis amigos y amigas, Ing. Ozni Escobar, Ing. Gerardo Acevedo, Ing. Nivardo Rueda, Ing. Israel Ramírez, Francisco Ramos, Edgar cruz, Oliver Gómez, Luis E. García, Salathiel Caballero, Cesar K. Osorio, Julio Cesar y a todos aquellos que sin duda alguna estuvieron en los buenos y malos momentos.

Índice de Contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.1.2 Especifico.....	3
III. HIPOTESIS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Generalidades del Tomate	4
4.2 Substancias Húmicas	9
4.3 Ácido indolacético	11
V. MATERIALES Y METODOS.....	13
5.1 Localización del experimento.....	13
5.2 Metodología	14
5.3 Diseño Experimental	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	17
6.1 Peso Fresco del Fruto.....	17
6.2 Diámetro Ecuatorial.....	18
6.3 Diámetro Polar.....	19
6.4 Firmeza de Fruto	20
6.5 Solidos Solubles Totales.....	21
6.6 Discusión.....	22
VII. CONCLUSIÓN.....	24
VIII. LITERATURA CITADA	25

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos adicionados a tomate, variedad Caimán-Enza zaden.....	15
Cuadro 2. Fertilización química aplicada a tomate, variedad Caimán-Enza zaden	15
Cuadro 3. Comparación de medias para Peso Fresco de Fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.....	17
Cuadro 4. Comparación de medias para Diámetro Ecuatorial de fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.	18
Cuadro 5. Comparación de medias para Diámetro Polar de fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.....	19
Cuadro 6. Comparación de medias para Firmeza de Fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.	20
Cuadro 7. Comparación de medias para Sólidos Solubles Totales fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.	21

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del área experimental.	13
-----------------------------------------------------------	----

Resumen

La demanda de los consumidores por productos de excelente calidad, obliga a los productores a una constante búsqueda de nuevos productos para así mejorar sus técnicas de cultivo disminuyendo el uso de fertilizantes inorgánicos en la producción del tomate. Con el objetivo de determinar el comportamiento de las sustancias húmicas y el ácido indolacético en la calidad del fruto de tomate, se establecieron nueve tratamientos con cinco repeticiones en macetas de 25kg de un Calcisol, en el cual se colocaron plántulas de tomate de la variedad Caimán-Enza zaden, para los tratamientos aplicados se consideró al ácido indolacético como testigo absoluto en concentraciones de 0.0098 (IAA-1), 0.0196 (IAA-2) y 0.0294 mg L⁻¹ (IAA-3), otro tratamiento fue el ácido fúlvico, a 0.0216 (AF-1), 0.0432 (AF-2) y 0.0648 mg L⁻¹ (AF-3), el tratamiento a base de ácido húmico, se aplicó en dosis de 0.0114 (AH-1), 0.0228 (AH-2) y 0.0342 mg L⁻¹ (AH-3). Se evaluaron los efectos en el fruto de tomate, para las variables; Peso Fresco del Fruto (PFF), Diámetro Ecuatorial (DE), Diámetro Polar (DP), Firmeza del Fruto (FF) y Solidos Solubles Totales (°Brix), de los cuales se pudo observar que con la aplicación de ácido fúlvico se ejerció efecto positivo en la calidad del tomate ya que, a dosis baja (0.0216 mg L⁻¹), media (0.0432 mg L⁻¹) y alta (0.0648 mg L⁻¹), aumento los valores de las variables (PFF), (DP) y (°Brix); así también el AH quien, a dosis alta (0.0342 mg L⁻¹), incremento el valor en la variable (DE); mientras que el IAA a dosis alta (0.0294 mg L⁻¹), logro efecto positivo en la variable (FF) con ello se puede concluir que la adición de las SH ejercen efectos positivos en casi todas las variables medidas en la calidad del fruto del tomate.

Palabras clave: *Solanum Lycopersicum L.*; ácido indolacético; auxinas; ácido húmico, ácido fúlvico.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional México se encuentra entre los principales países exportadores de tomate y tiene una participación estimada en el mercado internacional de 21 por ciento. La generación del tomate, tiene un valor estimado de 15.7 mil millones de pesos, lo que sitúa a esta hortaliza en el segundo lugar nacional en términos de valor de producción (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, 2016). En México el cultivo del tomate es sumamente importante, ya que de los principales cultivos que se producen en condiciones protegidas este ocupa el 75 por ciento, seguido por pimiento con el 12 por ciento y pepino con 10 por ciento (Castellanos, 2011).

Vergani, (2002) menciona que la producción de tomate, en la actualidad, es meramente convencional tanto en campo abierto como en condiciones protegidas; sin embargo, los agricultores han comenzado a mejorar sus técnicas de cultivo al disminuir el uso de fertilizantes inorgánicos en la producción de esta hortaliza pues la demanda de los consumidores por productos de excelente calidad, obliga a los productores a una constante búsqueda de nuevos productos que ofrezcan un impacto directo en la calidad de lo cultivado.

Eyheraguibel *et al.* (2007), indica que las sustancias húmicas, intervienen directamente en una gran cantidad de procesos fisiológicos involucrados con el crecimiento. Donde Atiyeh *et al.* (2002), han observado efectos positivos en el crecimiento general de las plantas, como: en la raíz, brotes, biomasa de hojas e influyen positivamente en el aumento de la productividad global. Para Nardi *et al.* (2002), Esto es debido a que las sustancias húmicas exhiben efectos estimuladores sobre el crecimiento celular de la planta y su desarrollo.

Azcón y Talón, (2013) hacen mención a las capacidades que tienen las hormonas reguladoras de crecimiento vegetal (auxinas, giberelinas, citoquinas) en la planta como variadas, dentro de las cuales la más conocida es el ácido

indol acético (IAA) siendo esta auxina asociada con efectos directos en el desarrollo y regulación de la planta e influyen de forma decisiva en procesos como la división celular del cambium, la diferenciación vascular, la formación de raíces adventicias, la dominancia apical y el desarrollo de los frutos. Para Teale *et al.* (2006), esta no sólo puede tener efectos directos de influencia en el crecimiento celular, sino también controlar numerosos y diversos aspectos del desarrollo de la planta. Lluna, (2006) indica que estimulan el crecimiento y maduración de las frutas y el crecimiento de partes de la flor, facilitan el cuajado del fruto y estimula la producción de etileno a elevadas concentraciones.

Por lo anteriormente comentado, hace necesaria la indagación e implementación de nuevos métodos y/o técnicas económicamente factibles que sirvan para la mejora en la producción y calidad del tomate.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar el comportamiento de sustancias húmicas y ácido indolacético en la calidad del fruto de tomate.

2.1.2 Especifico

Establecer la dosis óptima de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y ácido indolacético que aumenten la calidad del tomate.

III. HIPOTESIS

Al menos una dosis de las sustancias húmicas empleadas y/o el ácido indolacético, aumentará la calidad del fruto de tomate.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del Tomate

El tomate es, después de la papa, la hortaliza más consumida en el mundo (Blancard *et al.* 2011). Jaramillo *et al.* (2007), mencionan que el tomate es originario de América del sur, entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. Las formas silvestres de “tomate cereza”, *Lycopersicum esculentum var. cerasiforme*, originarias de Perú, migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre; en la lengua náhuatl de México era llamado tomatl, que sin lugar a dudas dio origen a su nombre actual.

Blancard *et al.* (2011), describen al tomate (*Solanum lycopersicum L.*), como una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas, caracterizada por presentar frutos maduros rojos, semillas de aproximadamente 1.5 mm de largo, diámetro de fruto mayor a 3 cm, y dos o más lóculos. Pérez *et al.* 2001), describen a la flor del tomate como perfecta, de color amarillo, consta de cinco o más sépalos, cinco o más pétalos y de cinco a seis estambres; se agrupan en inflorescencias de tipo racimo cimoso, compuesto por cuatro a 12 flores; las variedades de tomate de crecimiento determinado inician su floración entre los 55 a 60 días después de la siembra; mientras que, para las variedades de crecimiento indeterminado, su floración inicia entre los 65 a 75 días después de la siembra.

Pinzón, (2012) señala que la planta del tomate o tomatero presenta una raíz principal bien desarrollada cuando se propaga por semilla, y luego del trasplante se desarrollan las raíces secundarias, el tallo es herbáceo y sobre este se desarrollan las hojas, tallos secundarios e inflorescencias su tallo principal forma de 6 a 12 hojas antes de que la yema se transforme en inflorescencia y a partir de ese momento, en la yema axilar de la última hoja se desarrolla un tallo secundario que crece como la prolongación del primario y desplaza lateralmente la inflorescencia aunque el aspecto es el de un tallo

principal que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada tres hojas repitiendo el proceso indefinidamente, por lo que se denomina de crecimiento indeterminado, sin embargo; los de crecimiento determinado, por su parte, tienen un crecimiento limitado y el eje principal termina en una inflorescencia cuya planta posee hojas compuestas que se disponen de forma alterna sobre el tallo; una hoja típica tiene un foliolo terminal y hasta ocho foliolos laterales.

Castellanos, (2011) señala dentro de esta especie a la variedad, Caimán Enza zaden, variedad de tomate tipo bola, la cual es; una planta vigorosa de alto rendimiento, alta cobertura foliar y amarre de frutos, tendiendo a ser precoz obteniendo una cosecha temprana con características adecuadas para su cultivo en invernadero y en campo abierto sus frutos son de forma redonda alta, predominan frutos grande y extra grande (>250g), con buen grosor de pared firme, atractivo color rojo brillante y larga vida de anaquel, adaptable a todo el país, se planta en invernaderos de media y baja tecnología, esta variedad es resistente a; virus del mosaico del tomate, virus de la marchites manchada del tomate y nematodos (*Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne incógnita*).

Escobar y Lee, (2009) mencionan que la planta del tomate es “autopolinizadora”, por lo cual no se requiere de polinización cruzada pues las flores son polinizadas normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; en los invernaderos, el movimiento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por sí mismas, siendo necesaria la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización.

Blancard et al. (2011), describen a los frutos de tomate, carnosos y tiernos son en realidad bayas; según la variedad, su tamaño, color y consistencia son muy diferentes, al igual que su forma y peso que puede variar de una decena de gramos a más de un kilogramo; posee un color verde o más o menos obscuro antes de la madurez, evoluciona durante esta etapa hacia diversos tintes en función de la variedad: color crema, amarillo, naranja, rosa, rojo o pardo, aunque algunas variedades son rayadas.

Pinzón, (2012) señala que la producción de tomate puede realizarse bajo invernadero o al aire libre, dependiendo principalmente de la variación y aptitud climática: siendo el tomate una verdura de clima cálido moderado, altamente susceptible a heladas y tiempos prolongados de temperaturas bajas, logrando un mayor crecimiento con temperaturas de 20 a 25 °C durante el día, y de 15 a 20 °C de noche; generalmente, el tomate no tiene requisitos pronunciados de tipo de suelo, y el potencial de ser cultivado en un amplio rango de suelos; sin embargo, los cultivos se establecen preferiblemente en aquellos con excelente drenaje y alto contenido de materia orgánica.

Para Castellanos, (2011) indica que las plantas de tomate requieren entre 6 y 8 horas diarias de luz; por lo tanto, los cultivos se establecen preferiblemente en lugares con alta luminosidad, se estima que para que el cultivo de tomate produzca con mínimas restricciones fotosintéticas, debe ocurrir una radiación incidente fuera del invernadero del orden de 14 a 16 MJ/m² por día. Y Jaramillo et al. (2006), mencionan que la humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate debe estar entre un 60 y un 80 por ciento; cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se presentan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas, cara de gato o malformación del fruto y frutos huecos, y se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse.

Alvarado *et al.* (2014), cuentan que el inicio de fructificación ocurre de los 50 a 65 días después del trasplante, dependiendo del híbrido y el clima, para la variedad híbrido caimán el rendimiento estimado es de 10.24 Kg/m². Y Castellanos, (2011) indica que el crecimiento del fruto puede dividirse en tres periodos: 1) crecimiento lento que dura de dos a tres semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al diez por ciento del peso final; 2) crecimiento rápido, dura de tres a cinco semanas y se prolonga hasta el inicio de la floración; 3) crecimiento lento, que dura unas dos semanas, en el que el aumento del peso del fruto es pequeño, pero se producen los cambios metabólicos característicos de la maduración.

Escobar y Lee. (2009), describe las labores culturales llevándose acabo de la siguiente manera; primeramente, se indica el marco de plantación el cual es influenciado por el sistema de cultivo, la disposición de las plantas ha evolucionado hasta optimizar en la medida de lo posible la mecanización de las labores culturales en los invernaderos ha sido tendencia usar una densidad de plantación de 2.5 a 3 plantas/m². Villegas *et al.* (2004), reportan haber logrado obtener un máximo rendimiento del fruto, usando la mínima densidad que es de 1.1 plantas/m²

Jaramillo *et al.* (2006), menciona que, al momento del trasplante el suelo debe tener un adecuado nivel de humedad, puesto que las plántulas deben sembrarse con cuidado, tratando de no deshacer el bloque de sustrato en el que éstas fueron enraizadas para los cultivos en suelo, previo al transplante se da un riego abundante, posteriormente se abren los hoyos, se depositan y se fijan las plantas.

Castellanos, (2011) señala que el tomate es una planta herbácea que no puede sostenerse por sí misma, y por lo tanto requiere de un sistema de soporte para su crecimiento vertical. Este sistema, conocido como tutorado, consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda de plástico o de tela que va desde la base de la planta (tercera o cuarta hoja) hasta un alambre ubicado directamente sobre las plantas, a una altura aproximada de 2,5 m, y tendido en el mismo sentido del surco.

Pinzón, (2012) sugiere que para sostener la planta a lo largo de la cuerda, se pueden usar abrazaderas de plástico, las cuales se anillan al tallo por debajo del peciolo de una hoja completamente desarrollada y resistente; también se puede tutorar la planta enrollándola a la cuerda, en el sentido del reloj, cada dos o tres hojas, o una vuelta por cada racimo toda esta labor se debe realizar sin maltratar las plantas, es decir, no envolverlas más de lo necesario y no estrangularlas, este enrollado de las plantas se hace una y hasta dos veces por semana durante las primeras semanas de desarrollo, cuando el crecimiento de las plantas es muy rápido; posteriormente, cuando

comienza la formación de frutos, el enrollado se puede hacer solamente una vez a la semana.

Jaramillo *et al.* (2006), proponen a la poda como una práctica obligada en variedades de tomate de crecimiento indeterminado; ya que en cada axila de la hoja aparece un brote y puede volver a reaparecer, los cuales deben ser eliminados en cuanto su tamaño lo permita, es decir cuando tengan alrededor de 5 cm de largo; para la poda de hojas, se van eliminando todas aquellas inferiores senescentes por debajo del último racimo que va madurando o pintando color, se deja un racimo adicional descubierto dado que el número de frutos por ramillete incide sobre tamaño final de los mismos, es necesario despuntar las inflorescencias con gran número de flores para que los frutos desarrollen buen tamaño y también para evitar que se desprenda el ramillete. Pinzón, (2012) dice que la calidad final de los frutos se alcanza durante la fase de crecimiento y desarrollo como consecuencia de las prácticas de manejo del cultivo, y no puede ser mejorada durante la cosecha

Castellanos, (2011) indica que dentro de los desórdenes fisiológicos más comunes del cultivo del tomate están, los siguientes: 1) pudrición apical del fruto o blossom end rot, 2) rajeteado de fruto (cracking), 3) maduración manchada (blotching o payaseado), 4) pared gris, 5) cicatrización de la punta de floración (fruta rugosa o cara de gato), 6) golpe de sol (suncald, sunborn o sunscorch), 7) moteado dorado/viruela de la fruta y 8) frutos huecos.

4.2 Sustancias Húmicas

La Sociedad Internacional de las Sustancias Húmicas (IHSS, 2013), define a las SH como mezclas complejas y heterogéneas de materiales polidispersados formados por reacciones bioquímicas y químicas durante la descomposición y transformación de restos vegetales y microbianas (un proceso llamado humificación); Lignina y sus productos de transformación, así como polisacáridos, la melanina, cutina, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, partículas finas del carbón de leña, etc., son componentes importantes que participan en este proceso. Mientras que para Orsi, (2014) son mezclas complejas que se encuentran en casi todas partes en el medio ambiente, y en particular en suelos, sedimentos y agua natural.

Jindo *et al.* (2012), menciona que existe evidencia de que las SH poseen funciones reguladoras de crecimiento similares a las auxinas; Sin embargo, Pizzeghello *et al.* (2013), señala que entre los compuestos biológicamente activos que pueden estar presentes en las SH, sólo el ácido indolacético ha sido identificado. Para Tahiri *et al.* (2014), La presencia de auxina (IAA) en la estructura de las SH no puede ser considerado como el único factor a contribuir en la actividad biológica de estas sustancias, lo que sugiere la presencia de otras moléculas (azúcares, los ácidos fenólicos, ácidos grasos) con actividades que van más allá de los componentes principales (ácidos húmicos y fúlvicos) expresándose, directamente a través de la estimulación de los procesos bioquímicos y metabólicos o indirectamente a través de la mejora de la nutrición mineral.

Eyheraguibel *et al.* (2007), indica que los efectos positivos de la aplicación de las SH se observan en todo el crecimiento de la planta, así como en la raíz, brote y biomasa de hojas, cuyos efectos están relacionados al alto consumo de agua y minerales, haciendo más eficiente la absorción de agua por lo cual tales plantas producen más biomasa que las plantas no tratadas y con el mismo consumo de la solución nutritiva; además, el uso de las SH indujo una precocidad de floración y desarrollo modificado de las raíces, lo que sugiere una posible interacción de las sustancias húmicas con los procesos de

desarrollo de la planta. Para Lee y Bartlett, (1976) SH mejoran el crecimiento de las plantas mediante el aumento de la absorción de micronutrientes. Esto Nardi *et al.* (2002), indica que es debido a que las sustancias húmicas exhiben efectos estimuladores sobre el crecimiento celular de la planta y su desarrollo.

Muscolo *et al.* (2007), mencionan que la influencia de las SH en el crecimiento de las plantas depende también de la fuente origen, la concentración y peso molecular; puesto que un tamaño molecular bajo (LMS <3500Da) alcanza fácilmente la membrana plasmática de las plantas superiores; mientras que, compuestos de elevado tamaño molecular (HMS > 3500 Da), no son absorbidos e interactúan sólo con la pared celular.

Ekinci *et al.* (2015), Señalan otros efectos de la aplicación de las SH los cuales inciden en la mejora de la salud del suelo, mediante la modificación de sus características químicas y la mejora de su estado nutricional; estas fuentes de nutrientes podrían ofrecer una aplicación económica y sencilla en plantas de tomate y pepino cultivadas bajo condiciones de invernadero

4.3 Ácido indolacético

Mockaitis y Estelle, (2008) señalan que han sido identificados varios reguladores de crecimiento químicos en plantas; dentro las cuales se encuentran las fitohormonas estas son compuestos químicos que tienen efectos específicos en el crecimiento de la planta y son activos a concentraciones bajas, debido a que las plantas usan una amplia variedad de hormonas, incluyendo esteroides y péptidos, así como las cinco clases clásicas de fitohormonas (auxinas, ácido Abscisíco, citoquininas, etileno y giberelinas), el efecto de la auxina se documentó por primera vez cuando Charles Darwin publicó el Poder del Movimiento en las Plantas.

Müller y Cohen, (2002) definen a las auxinas como sustancias estimuladoras del crecimiento que se producen en bajas concentraciones en tejidos vegetales; regulan muchos procesos diferentes como el alargamiento celular y división, inducción del crecimiento de las raíces, flor y maduración de los frutos. Y Hopkins y Hüner, (2009) consideran que el ácido indol-3-acético (IAA), es la principal auxina nativa en plantas superiores y por lo tanto también la más estudiada.

Para Azcón y Talón, (2013) las capacidades de las fitohormonas u hormonas reguladoras de crecimiento vegetal (auxinas, giberelinas, citoquinas) en la planta, son variadas dentro de las cuales la más conocida es el ácido indol acético (IAA), esta auxina se encuentra asociada con efectos directos en el desarrollo y regulación de la planta e influyen de forma decisiva en procesos como la división celular del cambium, la diferenciación vascular, la formación de raíces adventicias, la dominancia apical y el desarrollo de los frutos.

Teale *et al.* (2006), las auxinas no sólo pueden tener efectos directos de influencia en el crecimiento celular, sino también controlar numerosos y diversos aspectos del desarrollo de la planta. Lluna, (2006) menciona que estas también, estimulan el crecimiento y maduración de las frutas y el crecimiento de partes de la flor, facilitan el cuajado del fruto y estimulan la producción de etileno a elevadas concentraciones. Castillo *et al.* (2005) dice que las auxinas y

giberelinas, son utilizadas para inducir el desarrollo partenocárpico en tomate de crecimiento indeterminado.

Hopkins y Hüner, (2009) indican que las hormonas vegetales tienen la capacidad de transportarse desde su lugar de biosíntesis hasta los órganos vegetales donde ejercen su acción; Las auxinas pueden ser transportadas en el floema o célula a célula por transporte polar; la cantidad de IAA presente dependerá de numerosos factores, como el tipo, la edad de los tejidos y el estado de crecimiento de la planta. Para Robert y Friml, (2009) este mecanismo de transporte, en gran medida, subyace a la notable plasticidad del desarrollo de las plantas que permite su crecimiento.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó en el invernadero del área experimental correspondiente al departamento de Ciencias del Suelo, del campus principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en la colonia buena vista, Saltillo Coahuila, México. A los 25° 23' latitud Norte y los 101° 00' longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm (Figura 1).



Figura 1. Localización del área experimental.

5.2 Metodología

Se llevó a cabo en dos etapas, la primera, fue la producción de plántula la cual consistió en imbibir semillas de tomate híbrido variedad “Caimán-Enza zaden”, en ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico (Cuadro 1). durante 12 horas a 25°C; esto, con el fin de activar el embrión y disminuir el tiempo de emergencia, una vez realizado lo anterior estas fueron sembradas en charolas germinadoras de plástico de 50 cavidades empleando como sustrato “Perlita”; cuando la plántula contenía un par de hojas verdaderas se trasplantaron en macetas de polietileno con capacidad de 500 ml las cuales contenían el mismo sustrato.

La segunda etapa se desarrolló a partir de que en la planta se observaron cuatro hojas verdaderas, siendo trasplantadas en macetas que contenían 25 kg de un suelo con características de; textura franca, con pH alcalino, moderadamente bajo en carbonatos y libre de sales. El cual cuenta con muy alto nivel de materia orgánica y tiene una conductividad hidráulica moderadamente baja al igual que en contenido de fósforo. En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes resulto ser moderadamente bajo en fierro y cobre, en boro es muy pobre. Después transcurrido el tercer día de trasplante, a intervalos de tres días, se aplicó la fertilización con características descritas en el Cuadro 2. Y a intervalos de siete días se adicionaba los diferentes tratamientos (Cuadro 1), llevando las plantas hasta producción.

El periodo de cosecha dio inicio el 2 de agosto del 2016 realizando un total de cinco cortes, el último de estos el 9 de septiembre del 2016; en cada uno de los frutos recolectados se determinaron las variables de: Peso Fresco del Fruto (PFF), Diámetro Ecuatorial (DE), Diámetro Polar (DP), Firmeza de Fruto (FF) y Solidos Solubles Totales (°Brix).

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos adicionados a tomate, variedad Caimán-Enza zaden.

Número	Tratamiento	mg L⁻¹
1	AIA-1	0.0098
2	AIA-2	0.0196
3	AIA-3	0.0294
4	AH-1	0.0114
5	AH-2	0.0228
6	AH-3	0.0342
7	AF-1	0.0216
8	AF-2	0.0432
9	AF-3	0.0648

AF= Ácido Fúlvico; AIA= Ácido Indolacético; AH=Ácido Húmico

Cuadro 2. Fertilización química aplicada a tomate, variedad Caimán-Enza zaden

Fertilizante	g L⁻¹
Nitrato de calcio	2
Fosfato mono amónico	1.5
Nitrato de potasio	1.25
Sulfato de magnesio	1.25
Sulfato ferroso	0.25
Sulfato de cobre	0.25
Sulfato de zinc	0.25

El ciclo del cultivo se desarrolló de manera normal únicamente realizando las labores culturales correspondientes a este las que consistieron; en la eliminación de maleza, colocación de tutores y poda de yemas axilares cada semana, además de la eliminación de hojas viejas y el aclareo de flores. También se realizaron aplicaciones foliares sanitarias para el control de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

5.3 Diseño Experimental

El experimento se estableció con un Diseño Experimental Completamente al Azar, con nueve tratamientos y cinco repeticiones. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1.3 para Windows mismo que aporta un análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias por el método Fisher`s LSD ($p \leq 0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Peso Fresco del Fruto

En esta variable los tratamientos realizaron un efecto significativo (Cuadro 3). Con la adición de todos los tratamientos a los 107 días, no hay efecto de los tratamientos; pero, a los 112 días con la aplicación del AF a la dosis más baja se presentó un aumento de 58 por ciento en comparación con el IAA a dosis media; sin embargo, a los 119 días el AH a dosis alta incremento su valor en un 67 por ciento respecto a IAA a dosis alta; no obstante, a los 125 días el IAA a dosis baja adelanto en un 16 por ciento al AF a dosis alta y hasta en un 41 por ciento al AH a dosis baja, para los 139 días el AF a dosis media y alta superaron en un 40 y 41 por ciento al IAA a dosis media. Estableciendo al AF a dosis alta como el tratamiento de mejor valor promedio.

Cuadro 3. Comparación de medias para Peso Fresco de Fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.

Tratamiento	Variables	Tiempo (Días)				
		107	112	119	125	139
IAA1	PFF (g)	161.1 a	134 b	200.65 de	835.1 a	249.9 c
IAA2		172.9 a	199.2 ab	173.54 de	454.7 bcd	395.3 abc
IAA3		165.8 a	192.8 ab	205.48 cde	315.7 cd	351.2 bc
AH1		166.2 a	247.5 ab	341.84 bc	492.2 bc	535.4 ab
AH2		207.9 a	130.7 b	273.05 bcd	394.5 cd	275.8 bc
AH3		153.8 a	244.9 ab	629.2 a	363.6 cd	238.3 c
AF1		289.8 a	473.5 a	377.4 b	334.9 cd	453.1 abc
AF2		379.5 a	402.2 ab	113.65 e	214.4 d	659.5 a
AF3		217.6 a	217.6 ab	259.28 bcd	700.2 ab	671.8 a

Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas.

6.2 Diámetro Ecuatorial

Para esta variable los tratamientos generaron efecto significativo (Cuadro 4). A los 107 días con la adición IAA a dosis media se presentó un aumento de 12 por ciento en comparación con el AH a dosis alta y solo cinco por ciento con el AF a dosis alta; mientras que a los 112 días el AF a dosis baja presento un aumento de cuatro por ciento y uno por ciento en comparación con el IAA a dosis media y el AH a dosis baja; para los 119 días el AH a dosis alta adelanto al IAA a dosis media en un 20 por ciento y al AF a dosis baja en un tres por ciento; sin embargo, a los 125 días el IAA a dosis baja, presento un aumento de un cuatro por ciento y ocho por ciento, en comparación con los valores obtenidos con las dosis altas de AH y AF; del mismo modo para los 139 días, superando en un ocho por ciento y 18 por ciento, a las dosis altas de AH y AF. Estableciendo al AH a dosis alta, con el mejor valor promedio.

Cuadro 4. Comparación de medias para Diámetro Ecuatorial de fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.

Tratamiento	Variables	Tiempo (Días)				
		107	112	119	125	139
IAA1	DE (cm)	4.8313 c	5.51 b	5.15 de	8.11 a	6.44 a
IAA2		6.625 a	6.56 a	5.56 cde	7.97 a	4.93 cd
IAA3		5.35 bc	5.89 ab	5.39 cde	6.58 bc	4.72 d
AH1		5.3958 bc	6.77 a	6.37 abc	7.46 a	5.58 abc
AH2		5.7583 abc	5.52 b	5.3 de	7.31 ab	5.7 abc
AH3		5.8208 abc	5.54 b	6.95 a	7.78 a	5.92 ab
AF1		5.48 bc	6.86 a	6.76 ab	6.51 bc	5.43 bcd
AF2		4.925 c	5.93 ab	4.52 e	6.5 c	4.71 d
AF3		6.275 ab	6.27 ab	5.74 bcd	7.43 a	5.26 bcd

Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas.

6.3 Diámetro Polar

En esta variable los tratamientos efectuaron efecto significativo (Cuadro 5). Con la adición de IAA a dosis media, se presentó a los 107 días un incremento de 19 por ciento y un 9 por ciento en comparación con las dosis bajas de AH y AF; aunque para los 112 días el AF a baja concentración adelanto al AH a baja concentración y al IAA a concentración media, en un ocho por ciento; no así para los 119 días donde el AH supero en un uno por ciento y 14 por ciento al AF y al IAA a bajas concentraciones; sin embargo, a los 125 días el IAA a dosis bajas tuvo un incremento de 7 y 12 por ciento respecto del AH a dosis media y el AF a dosis baja; en cambio para los 139 días el AH a dosis baja, incremento su valor en un 12 y 6 por ciento, con respecto al IAA a dosis media y al AF a dosis alta. Posicionando al AF a dosis baja como el de mejor valor promedio obtenido.

Cuadro 5. Comparación de medias para Diámetro Polar de fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.

Tratamiento	Variables	Tiempo (Días)				
		107	112	119	125	139
IAA1	DP (cm)	4.6229 bc	5.08 dc	5.01 bc	6.84 a	5.19 cd
IAA2		6.075 a	5.95 abc	5.28 abc	6.28 ab	6.16 abc
IAA3		4.8625 abc	5.02 d	4.76 c	5.52 c	5.32 cd
AH1		4.8833 abc	5.91 abc	6.15 a	6.12 b	7.03 a
AH2		3.975 c	4.83 d	4.68 cd	6.38 ab	4.97 d
AH3		4.8813 abc	4.86 d	6 ab	6.29 ab	5.57 bcd
AF1		5.5438 ab	6.47 a	6.10 a	6.02 bc	6.39 ab
AF2		4.525 bc	6.16 ab	3.72 d	5.97 bc	6.19 abc
AF3		5.4958 ab	5.49 bcd	5.26 abc	5.91 bc	6.6 bc

Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas.

6.4 Firmeza de Fruto

Para esta variable los tratamientos realizaron efecto significativo (Cuadro 6). Con la adición de IAA a dosis alta se incrementó en un 15 y 21 por ciento al AH a dosis alta y al AF a dosis media para los 107 días; en los 112 días el AH a dosis media logro superar al IAA a dosis alta y al AF a dosis baja en un 14 y nueve por ciento respectivamente; al igual en los 119 días, el AH a dosis media adelanto al IAA a dosis alta y al AF a dosis media en un cuatro y 13 por ciento; sin embargo, para los 125 días, el IAA a dosis media incremento su valor en un diez por ciento para el AH a dosis baja y alta, y un dos por ciento al AF a dosis alta; seguidamente para los 139 días el IAA a dosis alta adelanto al AH y AF ambos a dosis baja, en un cuatro y 8 por ciento respectivamente. Dando lugar a que el IAA a dosis alta se posicionara como el de mejor valor promedio obtenido.

Cuadro 6. Comparación de medias para Firmeza de Fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.

Tratamiento	Variables	Tiempo (Días)				
		107	112	119	125	139
IAA1	FF (Kg/cm ²)	6.2494 bc	5.72 d	5.88 cd	7.44 ab	6.01 cd
IAA2		6.725 bc	6.51 cd	5.89 cd	7.94 a	5.54 d
IAA3		8.4563 a	6.73 abcd	7.72 ab	7.5 ab	7.96 a
AH1		5.3583 c	6.59 bcd	6.49 bcd	7.09 ab	7.65 ab
AH2		6.6125 bc	7.88 a	8.02 a	6.74 b	5.52 d
AH3		7.1438 ab	7.74 ab	6.53 bcd	7.09 ab	6.36 bcd
AF1		6.2713 bc	7.14 abc	6.36 bcd	6.84 ab	7.34 abc
AF2		6.6333 bc	6.12 cd	6.94 abc	6.67 b	7.14 abc
AF3		6.2896 bc	6.29 cd	5.37 d	7.76 ab	7.24 abc

Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas.

6.5 Sólidos Solubles Totales

Los tratamientos para esta variable efectuaron efecto significativo (Cuadro 7). Con la adición de todos los tratamientos a los 107 y 112 días, no hay efecto de los tratamientos, no obstante, a los 119 días con la adición del AH a dosis media, se presentó un incremento de 25 y 16 por ciento con respecto al IAA y al AF a dosis media; y en los 125 días el AH a dosis baja supero al IAA a dosis alta y al AF a dosis baja, en un 11 y dos por ciento respectivamente; sin embargo, a los 139 días el AF a dosis media logro un incremento del uno por ciento respecto al IAA a dosis baja y del 7 por ciento con relación al AH a dosis baja. Quedando el AF a dosis media como de mejor valor promedio obtenido.

Cuadro 7. Comparación de medias para Sólidos Solubles Totales fruto de tomate después de la cosecha, con la adición de, ácido indolacético, ácido húmico y ácido fúlvico.

Tratamiento	Variables	Tiempo (Días)				
		107	112	119	125	139
IAA1	°Brix	4.75 a	4.79 a	4.67 bc	4.82 c	5.45 a
IAA2		4.825 a	5.52 a	4.7 bc	4.91 c	4.58 b
IAA3		4.825 a	4.92 a	4.62 bc	5.05 bc	4.93 ab
AH1		4.6667 a	4.75 a	4.68 bc	5.68 a	5.15 ab
AH2		5.3167 a	5.53 a	6.24 a	4.91 c	4.49 b
AH3		5.4875 a	5.33 a	4.35 bc	5.2 abc	4.51 b
AF1		4.8708 a	5.42 a	3.92 c	5.56 ab	4.42 b
AF2		5.1292 a	6.68 a	5.18 b	5.15 abc	5.53 a
AF3		5.0333 a	5.03 a	4.17 c	5.28 abc	5.22 ab

Valores seguidos de letras iguales en cada columna indican que los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas.

6.6 Discusión

A manera de discusión se establece que con la adición de las SH de Leonardita se incrementan los valores en las variables evaluadas (PFF), (DE), (DP) Y ($^{\circ}$ Brix). Ya que en la variable (PFF) el AF a dosis alta de 0.0648 mg L^{-1} logro el mejor valor promedio, mientras que en la variable (DE) el AH a dosis alta de 0.0342 mg L^{-1} se marcó con el mejor valor promedio obtenido; para la variable (DP) el AF a dosis baja de 0.0216 mg L^{-1} fue quien repunto; en cambio para la variable (FF) el IAA a dosis alta de 0.0294 mg L^{-1} sobresalió; no así para ($^{\circ}$ Brix) en donde el AF a dosis media de 0.0432 mg L^{-1} se posicionó como mejor valor promedio en esta variable.

Lo comentado concuerda con Eyheraguibel *et al.* (2007), quienes indican que los efectos positivos de la aplicación de las SH se observan en todo el crecimiento de la planta, así como en la raíz, brote y biomasa de hojas, los cuales están relacionados al alto consumo de agua y minerales, haciendo más eficiente la absorción de agua por lo cual tales plantas producen más biomasa a diferencia de las plantas no tratadas y con el mismo consumo de la solución nutritiva; además, el uso de las SH indujeron precocidad de floración y desarrollo modificado de las raíces, lo que sugiere una posible interacción de las sustancias húmicas con otros procesos de desarrollo de la planta.

Nardi *et al.* (2002) comenta que las SH exhiben sus efectos estimuladores sobre el crecimiento celular de la planta y su desarrollo, donde según Atiyeh *et al.* (2002); Jindo *et al.* (2012); Tahiri *et al.* (2014) existen presencias de hormonas de tipo auxina (IAA) en la estructura de las SH, por lo que, Pizzeghello *et al.* (2013) señalan que el ácido indolacético es uno de los compuestos biológicamente activos presentes en las SH.

Al respecto Serrani *et al.* (2007), señalan que las auxinas interactúan para regular el crecimiento de la fruta a través de la división celular y la expansión. Lo cual para Chowdhury *et al.* (2007), el uso de la auxina provoca una rápida división celular resultando en un mejor crecimiento del fruto. Farnia y Moradi (2015), reportan aumento significativo en el diametro de fruto de tomate en

respuesta a la aplicación de SH; A lo que Nardi *et al.* (2015), menciona que con la aplicación de las SH a las plantas se conduce a un mayor contenido de nutrientes en su tejido y cambios metabólicos positivos aunque, Ekinci *et al.* (2015), Señalan algunos otros efectos de la aplicación de las SH los cuales inciden en la mejora de la salud del suelo mediante la modificación de sus características químicas y la mejora de su estado nutricional; donde estas fuentes de nutrientes podrían ofrecer una aplicación económica y sencilla en plantas de tomate y pepino cultivadas bajo condiciones de invernadero.

VII. CONCLUSIÓN

El ácido fúlvico ejerció efecto positivo en la calidad del tomate ya que, a dosis baja, media y alta, aumento los valores de las variables (PFF), (DP) y (°Brix); así también el AH quien, a dosis alta, incremento el valor en la variable (DE); mientras que el IAA a dosis alta, logro efecto positivo en la variable (FF).

VIII. LITERATURA CITADA

- Alvarado, C., F.A., D., M.R., H. 2014. *Tecnología para Producir Tomate en Casa Malla para el Norte de Tamaulipas*. México D.F.: INIFAP, ISBN: 978-607-37-0330-7.
- Atiyeh, R., Lee, S., Edwards, C., Arancon, N., Metzger, J. 2002. The Influence of Humic Acids Derived from Earthworm-Processed Organic Wastes on Plant Growth. *Bioresource Technology*, 7-14.
- Azcón, B., Talón, M. 2013. *Fundamentos de Fisiología Vegetal, Segunda Edición*. Madrid: McGRAW-HILL. Interamericana.
- Balaguera, H., Álvarez, H., Rodríguez, J. 2008. Effect of the water deficit on the transplant of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Agronomía Colombiana*, 246-255.
- Blancard, D., Laterrot, H., Marchoux, G., Candresse, T. 2011. *Enfermedades del Tomate-identificar, conocer, controlar*. México: Mundi-Prensa.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. 2014. Agricultural Uses of Plant Bioestimulants. *Plant Soil*, 3-41.
- Castellanos, J. Z. 2011. *Manual de Producción de Tomate en Invernadero*. México: Ocmá, soluciones impresas.
- Castillo, E., Barral, G., Rodríguez, E., Miguelisse, E., Agüero, S. 2005. FRUIT SET AND Development Of Tomato Grown In Greenhouse Effect Of Plant Growth Regulators. *Revista FCA. UNCuyo*, 83-91.
- Chowdhury, R., Rasul, M., Islam, A. K., Mian, M. A., J.U., A. 2007. Effect Of Plant Growth Regulators For Induction Of Parthenocarpic Fruit In Kakrol (*Momordica dioica* Roxb.). *Department of Crop Botany, Banghabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University Gazipur 1706, Bangladesh*. , 00-00.
- Ekinçi, M., Esringu, A., Dursun, A., Yildirim, E., Turan, M., Karaman, M., Arjumend, T. 2015. Growth, Yield, and Calcium and Boron Uptake of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis Sativus* L.) as Affected by Calcium and Boron Humate Application in Greenhouse Conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 1-20.
- Escobar, H., Lee, R. 2009. *Manual de Producción de Tomate Bajo Invernadero*. Bogota: Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales-CIAA.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. 2007. Effects of Humic Substances Derived from Organic Waste Enhancement on the Growth and Mineral Nutrition of Maize. *Bioresource Technology* , xxx-xxx.
- Farnia, A., Moradi, E. 2015. Effect Of Soil And Foliar Application Of Humic Acid On Growth And Yield Of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.). *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, 706-716.
- Hopkins, G., Hüner, N. 2009. *Introduction to Plant Physiology* (Fourth Edition ed.). United States of America: John Wiley Sons, Inc.

- Jaramillo, J. N., Rodríguez, V. P., Guzmán, M. A., C., Z. M., M., R. T. 2007. *Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas*. Colombia : CORPOICA, Centro de investigación "La Selva".
- Jaramillo, N., Rodríguez, V., Guzmán, A., Zapata, M. 2006. *El Cultivo del Tomate Bajo Invernadero*. Colombia: Centro de Investigaciones la Selva.
- Jindo, K., Martín, A., Navarro, C., Pérez, A., Hernandez, T., Garcia, C., Pasqualoto, C. 2012. Root Growth Promotion by Humic Acids from Composted and non-Composted Urban Organic Wastes. *Plant and Soil*, 209-220.
- Lee, Y., Bartlett, J. 1976. Stimulation of Plant Growth by Humic Substances. *Soils Science Society of America*, 24-30.
- Lluna, D. 2006. Hormonas Vegetales: Crecimiento y Desarrollo de la Planta. *Revista Horticultura*, 22-26.
- Mockaitis, K., Estelle, M. 2008. Auxin Receptors and Plant Development: A New Signaling Paradigm. *The Annual Review of Cell and Developmental*, 55-80.
- Müller, L., Cohen, D. 2002. Identification and Quantification of Three Active Auxins in Different Tissues of *Tropaeolum majus*. *PHYSIOLOGIA PLANTARUM*, 320-329.
- Muscolo, A., Sidari, M., Attinà, E., Ornella, F., Vitaliano, T., Nardi, S. 2007. Biological Activity of Humic Substances Is Related to Their Chemical Structure. *Soil Science Society of America*, 75-85.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. 2002. Physiological Effects of Humic Substances on Higher Plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 1527-1536.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., Ertani, A. 2015. Plant Biostimulants: Physiological Responses Induced by Protein Hydrolyzed-Based Products and Humic Substances in Plant Metabolism. *Scientia Agricola*, 18-23.
- Orsi, M. 2014. Molecular Dynamics Simulation of Humic Substances. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1-10.
- Perez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., Larín, M. 2001. *Cultivo de Tomate*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal CENTA.
- Pinzón, R. H. 2012. *Manual para el Cultivo de Hortalizas*. Bogotá: Produmedios.
- Pizzeghello, D., Francioso, O., Ertani, A., Muscolo, A., Nard, S. 2013. Isopentenyladenosine and Cytokinin-Like Activity of Different Humic Substances. *Journal of Geochemical Exploration*, 70-75.
- Robert, H., Friml, J. 2009. Auxin and Other Signals on the Move in Plants. *Nature Chemical biology*, 325-331.
- Saborio, F. 2002. *Bioestimulantes en Fertilización Foliar*. Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- SAGARPA.2016. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación*. Obtenido de Comunicado de Prensa:

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/2016/agosto/Documents/JAC0351-17.PDF>

- Serrani, J., Fos, M., Atarés, A., Garcia, M. 2007. Effect of Gibberellin and Auxin on Parthenocarpic Fruit Growth Induction in the cv Micro-Tom of Tomato. *Journal of Plant Growth Regulation*, 211-221.
- Singh, B., Meléndez, G., E., M. 2002. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. *Fertilización Foliar de Cultivos con Ácidos Húmicos* (pág. 145). Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Tahiri, A., Destain, J., Druart, P., Thonart, P. 2014. Propriétés Physico-Chimiques et Biologiques des Substances Humiques en Relation avec le Développement Végétal (Synthèse Bibliographique). *biotechnologie Agronomie Environnement*, 436-445.
- Teale, W., Papaonov, I., Palme, K. 2006. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 14.
- Vergani, G. 2002. Lycopersicum Esculentum: Una Breve Historia del Tomate . *HORTICULTURA* , 1-9.
- Villegas, C., González, H., Carrillo, S., Livera, M., Sánchez, C., Osuna, E. 2004. Growth and Tomato Yield in Response to Plant Densities Under Two Production Systems . *Revista Fitotecnia Mexicana vol. 27*, 333-338.
- Wooward, W., Bartel, B. 2005. Auxin: Regulation, Action, and Interaction. *Annals of Botany*