

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Estudios de Efectividad Biológica de Productos en el Cultivo de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill) Variedad Río Grande.**

Por:

ODILON GAYOSSO BARRAGAN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre 2010

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Estudios de Efectividad Biológica de Productos en el Cultivo de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill) Variedad Río Grande.

Por:

ODILÓN GAYOSSO BARRAGÁN

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de: Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

APROBADA

El presidente del jurado

MC. Alberto Sandoval Rangel.
Asesor Principal.

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Asesor

Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente.
Asesor

Ing. Juan Antonio López del Bosque.
Asesor Externo.

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo.
Coordinador de la División de Agronomía.



Coordinación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre del 2010a

DEDICATORIAS

A mis abuelos: José (+), Luz (+), Faustino (+) y Aurelia.

Por sus bendiciones, amor y cariño que me tuvieron en todo momento, y aunque algunos de ellos ya no los tengo físicamente, sus recuerdos y buenos ejemplos vivirán por siempre. Para ellos con amor.

A mis padres

Francisco Gayosso Neri y Petra Barragán García.

Por darme el mejor de los regalos (la vida) acompañado de amor, ternura y cariño en todo momento, además de sus sabios consejos, valores y principios inculcados en mí para lograr con ello caminar en todo momento por el camino de la verdad, humildad y el respeto, a ellos que en todo momento influyeron de manera directa en la realización de mis estudios profesionales. Para ellos con mi más grande amor, admiración y respeto.

A mis hermanos

Fernando, Mayolo, Eulogio, Dora y Robe

Por ser parte importante en mi formación profesional, por ver en ellos un claro ejemplo de vida a seguir. En especial a Eulogio por el gran apoyo económico que me has brindado en el trayecto de mi formación académica. Para todos y cada uno de ellos con mucho cariño, admiración y respeto.

A mis sobrinos

Jony, Eulogio, Edgar, Michel, Kevin y Jeimy

Para todos ellos que son el fruto y la semilla de la familia, con mucho cariño.

A mis primos

A todos y cada uno de ellos por todo el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento. Anahí, por ser cómplice y acompañarme en las diferentes etapas de mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A **dios**. Por darme la dicha y la felicidad de vivir y de gozar de todas las maravillas de su obra, por darme fuerzas para salir adelante y superar los momentos difíciles de mi vida, por darme la fortuna de tener unos padres ejemplares y de pertenecer a una gran familia.

A la honorable y muy respetada **ALMA MATER**, por brindarme la herramienta del conocimiento y por las oportunidades que me ha regalado para seguir adelante.

Al MC. Alberto Sandoval Rangel, por el apoyo y la asesoría brindada en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Juan Antonio López del Bosque director general de la empresa Fertilizantes y Estimulantes del Noreste S. A. de C. V. por darme la oportunidad de realizar este trabajo y por el apoyo económico brindado para realizar esta investigación.

Al Dr. Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente y al Dr. Adalberto Benavides Mendoza por aceptar participar en este trabajo y por el apoyo brindado en todo momento.

A todos mis maestros tanto del departamento de Horticultura como de todas las divisiones, por compartirme sus conocimientos y experiencias vividas.

A todos mis compañeros de generación por brindarme su amistad y ese gran espíritu de compañerismo en los momentos difíciles a lo largo de mi formación profesional.

A mis amigos Rafael, José Antonio, Fermín, Martín, Luis Alfonso, Requena por todas las experiencias vividas en mi camino por esta institución.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| DEDICATORIAS | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| OBJETIVO..... | 2 |
| HIPÓTESIS..... | 2 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| Estudios de Efectividad Biológica | 3 |
| Descripción de los Productos Estudiados | 3 |
| Activador® | 3 |
| Impact® | 4 |
| Algagros® | 5 |
| Generalidades del Cultivo..... | 7 |
| Importancia Económica..... | 7 |
| Origen | 7 |
| Taxonomía. | 7 |
| Características Botánicas | 8 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 10 |
| Localización Geográfica del Área Experimental..... | 10 |
| Descripción del Sitio..... | 10 |
| Descripción de Tratamientos..... | 12 |
| Descripción de Actividades..... | 12 |
| Modo de Aplicación y Época..... | 12 |
| Variables evaluadas o Parámetros de Estimación de la Efectividad Biológica. | 13 |
| Desarrollo del Cultivo..... | 13 |
| Producción del Cultivo..... | 13 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 14 |
| Efecto en el Crecimiento y Desarrollo del Cultivo | 14 |
| Efecto en la Producción del Cultivo..... | 18 |
| CONCLUSIONES | 21 |
| LITERATURA CITADA | 22 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Cuadro 1 | Composición del producto Activador..... | 4 |
| Cuadro 1.1 | Dosis y formas de aplicación del Activador..... | 4 |
| Cuadro 2 | Composición del producto Impact..... | 5 |
| Cuadro 2.1 | Dosis y formas de aplicación de Impact..... | 5 |
| Cuadro 3 | Composición del producto Algagros..... | 6 |
| Cuadro 3.1 | Dosis y forma de aplicación de Algagros..... | 6 |
| Cuadro 4 | Datos del análisis del suelo del sitio experimental..... | 10 |
| Cuadro 5 | Datos del análisis del agua de riego..... | 11 |
| Cuadro 6 | Descripción de los tratamientos evaluados..... | 12 |
| Cuadro 7 | Efecto de los tratamientos en el crecimiento del cultivo del tomate..... | 14 |
| Cuadro 8 | Efecto de los tratamientos en la producción en el cultivo del tomate..... | 18 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 1 | Efecto de los tratamientos en la altura de la planta de Tomate..... | 15 |
| Figura 2 | Efecto de los tratamientos en el diámetro de tallo de la planta de Tomate..... | 16 |
| Figura 3 | Efecto de los tratamientos en el número de brotes de la planta de Tomate..... | 16 |
| Figura 4 | Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco por planta de Tomate..... | 17 |
| Figura 4.1 | Curva de producción de biomasa, medida como peso fresco de la planta de Tomate | 17 |
| Figura 5 | Efecto de los tratamientos en el número de frutos por planta de Tomate. | 19 |
| Figura 6 | Efecto de los tratamientos en el peso promedio de frutos por planta..... | 19 |
| Figura 7 | Efecto de los tratamientos en el rendimiento promedio por planta de Tomate. | 20 |

RESUMEN

Resultado de un estudio de efectividad biológica de productos de la empresa fertilizantes y estimulantes del noreste (FERTINOSA) SA de C.V., que tuvo por objetivo evaluar tres productos en el cultivo de tomate variedad rio grande, cultivado con acolchado y fertirriego. Se evaluaron los productos Activador[®] a dosis de 0.125, 0.250 y 0.5 L/ha en aplicación foliar, Impact[®] a dosis de 5, 10 y 15 L/ha y Algagros[®] 0.5, 1.0 y 1.5 L/ha en aplicación al riego. Los resultados muestran que la aplicación de los productos Activador[®], Impact[®] y Algagros[®] afectaron el crecimiento y producción del Tomate Var. Río Grande.

El Activador[®] aumenta la altura, el peso fresco total, el peso promedio de frutos y rendimiento. El Impact[®] aumentó la altura, peso fresco, número de frutos por planta, peso promedio de frutos y el rendimiento. Algagros[®] incremento la altura, diámetro de tallo, peso fresco total, peso promedio de frutos y a dosis altas disminuyo el número de frutos por planta, peso de fruto y rendimiento.

PALABRAS CLAVE: Tomate, Estudios, Efectividad, Biológica, Fertinosa, Activador, Impact, Algagros.

INTRODUCCION

Debido a la enorme demanda que existe de agroquímicos han aparecido en el mercado una gran cantidad de productos. El uso de agroquímicos ha permitido obtener incrementos substanciales en la producción; no obstante, la falta de regulación ha permitido la comercialización de productos que lejos de mejorar los cultivos provocan daños, o efectos impactando de manera significativa la sostenibilidad de la agricultura. (Zavaleta, 1999).

Con el propósito de evitar que salgan al mercado productos cuya acción tenga un efecto negativo en los cultivos ocasionando problemas a los agricultores. La Secretaría Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) regula la formulación de agroquímicos cuyos estatutos y lineamientos están especificados en la NOM-077-FITO-2000. (Diario Oficial de la Federación, 2000), y ahora todas las empresas productoras de agroquímicos tienen que cumplir con estos requisitos, entre ellos realizar estudios de efectividad biológica de sus productos antes de llevarlos al mercado. Con estos estudios la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), emite un registro, que debe citarse en la etiqueta del producto en cuestión y es requisito para poder comercializar.

Los estudios de efectividad biológica de agroquímicos solo pueden ser realizados por dependencias autorizadas; en la región, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se realizan bajo el rigor científico, planteamientos estadísticos y tratamientos. Por esta razón este trabajo consistió en evaluar 3 productos de la empresa Fertilizantes y Estimulantes del Noreste (FERTINOSA) S.A. de C.V.; un producto hormonal denominado Activador, un producto nutricional denominado Impact y un producto activador del suelo denominado Almagros en el cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum*) var. Río Grande.

Se eligió el cultivo del tomate porque es una de las principales hortalizas cultivadas en el mundo, además de ser una de las de mayor valor económico. La demanda de tomate crece constantemente y con ella la producción del mismo, así como su comercio. La producción para el 2007 fue de 126.2 millones de toneladas, con una tendencia a

incrementarse en los próximos años. (FAO, 2007). En México su prominencia es todavía mayor. Según la FAO, de 700,000 hectáreas empleadas en producción de hortalizas el, 17% (117,000 hectáreas) se dedican a producción de tomates.

El tomate se cultiva aproximadamente en 28 estados, pero solo cuatro concentran más del 70% en superficie sembrada, cosechada y en valor de producción, Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí, Michoacán. Siendo Sinaloa el principal productor, tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación, a partir de que logra complementar la demanda de Estados Unidos durante la época invernal, ya que se produce en los ciclos de Otoño-Invierno y Primavera-Verano, pero en mayor proporción en el primero. (López, 2001).

Por esta razón se planteo este trabajo de investigación con el siguiente:

OBJETIVO

Evaluar el efecto de los productos Activador[®], Impact[®] y Algagros[®] sobre el crecimiento y producción del cultivo del tomate saladette var. Rio Grande en acolchado y fertirriego a campo abierto.

HIPÓTESIS

La aplicación de los productos Activador[®], Impact[®] y Algagros[®] tendrán efecto en el crecimiento y producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

REVISIÓN DE LITERATURA

Estudios de Efectividad Biológica

Son evaluaciones en campo que solicitan las empresas formuladoras de agroquímicos a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), con el propósito de obtener el registro de sus productos para poder comercializarlos, estos estudios los realizan instituciones autorizadas por la SAGARPA, en la región. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). (Diario Oficial de la Federación 2000).

Los requisitos y procedimientos se establecen en documentos que emite la SAGARPA, denominados Normas oficiales, para fertilizantes, reguladores de crecimiento y mejoradores de suelo que es este caso particular, se emite la norma oficial mexicana NOM – 077 FITO-2000, publicada en el diario oficial de la federación del martes 11 de abril del 2000. Los estudios se realizan bajo el rigor científico y planteamientos estadísticos.

Descripción de los Productos Estudiados

Los productos de la empresa Fertilizantes y Estimulantes del Noreste S.A. de C.V. (FERTINOSA), sometidos a la prueba de efectividad biológica se describen a continuación:

Activador[®]

Es un complejo de fitohormonas naturales de extractos de algas marinas y de plantas, más los principales activadores metabólicos (ácido pantoténico, niacina, tiamina, ácido fúlvico y ácido glutámico) de las plantas para ser aplicado en forma foliar y en el riego. Su alta concentración de fitohormonas en forma orgánica crea una interacción con los activadores metabólicos para producir un sinergismo a nivel fisiológico y metabólico

en la planta.

Este efecto sinergista permite a los cultivos expresar al máximo posible su potencial genético, tanto bajo condiciones adversas como óptimas aplicando una dosis inferior a la de los reguladores de crecimiento convencionales (FERTINOSA, 2008).

Cuadro 1. Composición del producto Activador.

| COMPOSICIÓN | POR CIENTO |
|--------------------------------------|------------|
| Activadores metabólicos (60,000 ppm) | 06.00 |
| Vitaminas (60,000 ppm) | 06.00 |
| Algas marinas (200,000 ppm) | 20.00 |
| Citocininas (4,000 ppm) | 00.40 |
| Auxinas (6,000 ppm) | 00.60 |
| Acondicionadores y disolventes | 67.00 |
| TOTAL | 100.00 |

Cuadro 1.1. Dosis y formas de aplicación de activador.

| CULTIVO | APLICACIONES | DOSIS |
|--|------------------|---|
| Tomate, chile, berenjena, fresa, brócoli, coliflor, melón, sandía y espárrago. | Foliares y Riego | * Al inicio de floración, turión del meristemo apical: 250 ml/ha *Cuajado de fruto, crecimiento de turión, de meristemo: 250 ml/ha. |
| Papa. | Foliares y Riego | * Desarrollo de tubérculos, A inicio de la parición, Inicio de la floración: 250 ml/ha |
| Ajo y cebolla. | Foliares y Riego | * De 9 a 11 hojas* Desarrollo del bulbo: 250 ml/ha |
| Frijol, garbanzo, cacahuate, soya-algodón. | Foliares y Riego | * Inicio de la floración *Formación de la vaina y cuadros: 250 ml/ha |
| Mango, papaya, guayaba y aguacate) | Foliares y Riego | * Inicio de floración: * Cuajado de frutos: 250 ml/ha |

Ímpact®

Es un producto a base de fulvatos y humatos de macro y micro nutrientes de alta estabilidad en aplicación al suelo y follaje.

Compensa los déficits fisiológicos y metabólicos del crecimiento en forma eficiente e inmediata a través de la raíz y de la hoja.

Reactiva la planta en forma rápida. Compensa la conductividad y la capacidad de intercambio catiónico, así como reducir la fijación del sodio a nivel del bulbo de riego, favoreciendo el desarrollo radical y la nutrición (FERTINOSA, 2008).

Cuadro 2. Composición del producto Impact.

| COMPOSICIÓN | PORCIENTO |
|---|------------------|
| Fulvatos y humatos de macronutrientes (NPK) | 06.10 |
| Fulvatos y humatos de micronutrientes | 04.20 |
| Complejo EDDHA | 02.50 |
| Activadores metabólicos | 34.20 |
| Acondicionadores | 53.00 |
| TOTAL | 100.00 |

Cuadro 2.1. Dosis y formas de aplicación de Impact.

| CULTIVO | APLICACIONES | DOSIS |
|--|--------------------------------|--|
| Tomate, fresa, pimiento, melón, pepino, sandía y frutales no tropicales. | Al sistema de riego | * Etapas críticas de desarrollo, floración y fructificación: 20 litros/ha, en cada etapa, 2 aplicaciones de 10 litros con intervalos de 3 días. |
| Banano , pina y agave | Al sistema de riego | * Inicio del racimo meristemo de fruta en pina y agave 10 litros /ha. * Formación de la fruta: 10 litros /ha. * Desarrollo de la fruta: 10 litros /ha. |
| Frijol, soya, garbanzo, algodón cacahuete | Al sistema de riego | * Inicio del botón: 10 litros/ha. *Formación de la o cuadros: 10 litros/ha. |
| Tabaco y hortalizas de Hojas | Foliales (terrestres o aéreas) | * Inicio de la formación del 3 ^{er} par de hojas verdaderas: 10 litros/ha * Dos semanas después: 10 litros/ha |
| Brócoli, coliflor y papa | Foliales (terrestres o aéreas) | *Formación y desarrollo del meristemo: 20 litros/ha en cada etapa en 2 aplicaciones con intervalo de 3 días |
| Esparrago y papa | Foliales (terrestres o aéreas) | *Parición y tuberización: 20 litros/ha en cada etapa en 2 aplicaciones con intervalo de 3 días. |

Algagros®

Es un extracto de algas marinas del género *Ascophyllum*, y aminoácidos. Su función principal es mejorar el suelo, las condiciones de nutrición y de salinidad, así como el desarrollo y el crecimiento de las plantas.

Reduce la salinidad de los suelos y aumenta la liberación de los minerales en el suelo. Fija el nitrógeno en el suelo. Aumenta la población de microalgas en el suelo y en la rizósfera. Contrarresta los efectos del bloqueo de Fe por fósforo y de otros micronutrientes por

los carbonatos, y sales en el suelo. Incrementa el desarrollo de las raíces secundarias, así como las adventicias y su exudación. Impulsa la absorción de los nutrimentos por las plantas. Mejora la eficiencia de los fertilizantes del suelo (FERTINOSA, 2008).

Cuadro 3. Composición del producto Almagros.

| COMPOSICIÓN | POR CIENTO |
|---|---------------|
| Extractos orgánicos de algas marinas, aminoácidos, y extractos vegetales (fuente de minerales y promotores orgánicos del crecimiento y enzimas) | 95.00 |
| N (1,800 ppm), K (16,900 ppm), P (70 ppm), Ca (1,000 ppm), Mg (600 ppm), Fe (26 ppm), Zn (2 ppm), Mn (4 ppm), Cu (4.5 ppm), B (1 ppm); Citocininas (80 ppm), Auxinas (100 ppm), Giberelinas (60 ppm), enzimas proteolíticas (30 ppm), betaínas (25 ppm) | |
| Acondicionadores orgánicos y extractos vegetales | 05.00 |
| TOTAL | 100.00 |

Cuadro 3.1. Dosis y forma de aplicación de Almagros.

| CULTIVO | APLICACIONES | DOSIS |
|---|--------------|--|
| Maíz, sorgo. | Foliales. | *20 a 30 cm de altura: 0.5 litros/ha 15 a 20 días después: 0.5 litros/ha |
| Flores. | Foliales. | *Primeros brotes: 0.25 litros/ha 15 a 20 días después: 0.5 litros/ha |
| Alfalfa y zacate. | Foliales. | *Cuando hay suficientes hojas después de cada corte o pastoreo: 0.5 litros/ha |
| Algodón, frijol, garbanzo, cacahuete. | Foliales. | *Primeros brotes: 0.5 litros/ha 15 a 20 días después: 0.5 litros/ha |
| Lechuga, repollo, coliflor y brócoli. | Foliales. | *Cuando haya suficientes hojas: 0.25 litros/ha Formación de la cabeza visible: 0.5 litros/ha |
| Sandía, pepino, calabaza y melón. | Foliales. | *Primeras flores femeninas: 0.5 litros/ha A partir del primer corte cada 15 días: 0.5 litros/ha |
| Trigo, arroz, centeno y cebada. | Foliales. | *Principio del amacollamiento: 0.5 litros/ha 15 a 20 días después: 0.5 litros/ha |
| Sandía, pepino, calabaza y melón. | Al suelo. | *Primer riego de postemergencia: 1 litro/ha Inicio de la formación de frutas: 1 litro/ha |
| Algodón, frijol, garbanzo, okra, cacahuete, soya, chicharo y ejote. | Al suelo. | *Primer riego para la siembra: 1 litro/ha Formación de la vaina: 1 litro/ha. |

Generalidades del Cultivo

Es una de las principales hortalizas cultivadas en el mundo, además de ser una de las de mayor valor económico. La demanda de tomate crece constantemente y con ella la producción del mismo, así como su comercio. (Fundación Produce Chihuahua A.C., 2007).

Importancia Económica

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es considerada como la hortaliza de mayor importancia económica en México, por la fuerte generación de ingresos por concepto de exportación. Este cultivo se encuentra en el mercado todo el año, es consumido fresco y procesado (puré). Genera demanda de mano de obra que requiere para su manejo y comercialización, (Valadez, 1998).

Origen

Consuelo, (1991); Villela, (1993) y Olimpia (2000), coinciden en mencionar que el tomate cultivado, (*Lycopersicon esculentum* Mill), es originario del área del Perú, Ecuador y Bolivia, en los Andes de Sudamérica. El hábitat natural de esta especie es una estrecha franja costera que se extiende desde el Ecuador (0° de latitud) hasta el norte de Chile (30° latitud sur) y entre el Pacífico y los Andes en latitudes que varían entre 0 a 2000 metros, se incluyen las Islas Galápagos, donde aproximadamente no llueve durante seis meses pero si existe una niebla constante a temperaturas de 17 a 24 °C.

Taxonomía.

Este cultivo pertenece al reino de los vegetales, división Tracheophyta, clase Angiosperma, subclase Dicotiledonea, orden Tubifloral, familia Solanácea. El género es *Lycopersicon*, el subgénero *Eulycopersicon* y la especie *Lycopersicon esculentum*, Mill. Se conocen nueve especies del género *Lycopersicon*, (Nuez, F, 2001), pero solamente *Lycopersicon esculentum* Mill., es cultivada comercialmente como hortaliza. Las especies silvestres de este género tienen gran importancia en el mejoramiento del tomate.

Características Botánicas



Semilla. Tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5x4.2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Nuez, 2001). Las Semillas, son de pequeño tamaño, deprimidas, cubiertas de vellosidades, de color amarillo grisáceo, pueden conservar su capacidad germinativa de cinco a seis años, cuando las condiciones son favorables, temperaturas relativamente bajas, sin alteraciones y humedad relativa alta (Gladys, 1993).

Frutos. Son en forma de bayas formadas por los tabiques del ovario, los lóculos, las semillas y la piel. Pueden tener diferentes formas: periformes, redondeados, ovalados. El tamaño es también muy variable (Gladys, 1993).

Según el hábito de crecimiento, las variedades pueden ser determinadas e indeterminadas. Las variedades de hábito determinado son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas, poseen inflorescencias apicales y su producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas (FAO, 2007). Cuando el tallo crece de 1.5 a 2.4 metros, sin embargo puede más, las plantas emiten un botón floral cada tres hojas y los puntos terminales continúan en crecimiento son variedades de hábito indeterminado (Rodríguez, 1997).

Reguladores de Crecimiento

Diversos investigadores han considerado desde hace mucho tiempo la atractiva posibilidad de aplicar foliarmente determinadas sustancias a las plantas para inhibir temporalmente su crecimiento (aplicación foliar de giberelinas, precursores de etileno, etc.) e incrementar su resistencia durante y después del transplante. Las sustancias seleccionadas para este fin generalmente actúan reduciendo la velocidad de elongación del tallo, mientras mantienen la producción de área foliar en las plántulas (Cathey, 1964).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Área Experimental

El presente trabajo de investigación fue realizado durante el periodo comprendido de Marzo-Agosto del 2009, en la parcela 17 del ejido el Pilar antes la Gloria en el municipio de General Cepeda, Coahuila, México con ubicación geográfica 25° 22' 30.47" latitud Norte y 101° 28' 26.39" latitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1474 msnm. (Digital Globe, 2009).

Descripción del Sitio

Clima. El clima es de subtipo seco templados a semicálido; la temperatura media anual es de 18 a 20°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero; los vientos predominantes soplan en dirección sur a velocidades de 8 a 15 km/hr. La frecuencia de heladas es de 8 a 12 días y granizadas de 2 a 5 días. (INFDM 2005).

Suelo. El 17 de abril del 2009 se realizó un análisis de suelo del sitio experimental para poder establecer posteriormente el programa de fertilización (Cuadro 4).

Cuadro 4. Datos del análisis del suelo del sitio experimental.

| | Valor | Clasificación |
|---------------------------|-------|---------------|
| Cond. Eléctrica mmhos/cm | 0.437 | No salino |
| pH | 8.1 | Mod. Alcalino |
| CALCIO meq/L | 3.200 | Muy bajo |
| MAGNESIO meq/L | 1.280 | Muy bajo |
| SODIO meq/L | 4.033 | Medio |
| POTASIO meq/L | 1.112 | Bajo |
| CARBONATOS meq/L | 0.0 | ---- |
| BICARBONATOS meq/L | 2.254 | Medio |
| SULFATOS meq/L | 5.819 | Bajo |
| Rel.de abs. De sodio(ras) | 2.694 | Med. en sodio |
| CLORUROS meq/L | 1.428 | Bajo |

Continuación cuadro 4.- Análisis físico

| Profundidad | pH en agua | % arena | % limo | % arcilla | Clasificación | % HCC | % HPMP | D.A g/cm | % M.O. | % Carbonatos |
|-------------|-------------------------|---------|--------|-----------|------------------|-------|--------|----------|-------------------|----------------|
| 0-30 | 7.9 Mod. Alcalino | 21.4 | 43.2 | 35.2 | Franco-arcilloso | 10.65 | 5.59 | 1.526 | 0.006 muy bajo | 2.13 calizo |

Continuación cuadro 4.- Análisis de fertilidad

| S ppm | P ppm | Ca ppm | Zn ppm | Cu ppm | Mn Ppm | Fe ppm | Mg ppm | K ppm | B ppm | N.inorg. ppm |
|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 3.28 Muy bajo | 3.01 Muy bajo | 2635 Mod. Alto | 0.94 Mod. Bajo | 0.41 Bajo | 5.28 Mod. Bajo | 3.96 Bajo | 109.12 Mod. Bajo | 23.2 Muy Bajo | 1.09 Mod. Bajo | 5.85 22.01 Kg/ha |

Laboratorios PIAC (patronato para la investigación agrícola del estado de Coahuila).

Agua. Se realizó un análisis de agua el 17 de Abril del 2009 y cuenta con las siguientes características según el PIAC (Patronato para la Investigación Agrícola del estado de Coahuila) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Datos del análisis del agua de riego.

| | | |
|---------------------------------|-------------|---------------------|
| COD. ELECTRICA mmhos/cm | 0.677 | NO SALINO |
| pH | 7.4 | MOD. ALCALINO |
| CALCIO | 3.920 meq/L | 78.556 ppm MUY BAJO |
| MAGNECIO | 1.680 meq/L | 20.428 ppm MUY BAJO |
| SODIO | 3.290 meq/L | 75.608 ppm MEDIO |
| POTASIO | 1.001 meq/L | 39.169 ppm MUY BAJO |
| CARBONATOS | 0.644 meq/L | 19.20 ppm BAJO |
| BICARBONATOS | 3.542 meq/L | 216.097 ppm ALTO |
| SULFATOS | 2.790 meq/L | 14.003 ppm BAJO |
| REL. DE ABS. DE SODIO (RAS) | 1.966 | BAJO EN SODIO |
| CLORUROS | 2.550 meq/L | 90.423 ppm BAJO |
| TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS mg/l | 433.280 | |
| SALINIDAD EFECTIVA | 5.705 meq/L | |

Descripción de Tratamientos

Se evaluaron diez tratamientos con tres repeticiones en un diseño de bloques completos al azar (Cuadro 6).

Modelo Estadístico.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos evaluados.

| No | TRATAMIENTOS | |
|----|------------------------|------------|
| 1 | Testigo | 0.0 L/ha |
| 2 | Activador [®] | 0.125 L/ha |
| 3 | Activador [®] | 0.250 L/ha |
| 4 | Activador [®] | 0.500 L/ha |
| 5 | Impact [®] | 5 L/ha |
| 6 | Impact [®] | 10 L/ha |
| 7 | Impact [®] | 15 L/ha |
| 8 | Algagros [®] | 0.5 L/ha |
| 9 | Algagros [®] | 1 L/ha |
| 10 | Algagros [®] | 1.5 L/ha |

Descripción de Actividades

Cada tratamiento consistió en un surco de 10 metros de largo con una distancia entre surcos de 1.6 metros con acolchado de Polietileno color plata/negro calibre 80 micras, de 1.8 metros de ancho y 10 metros de largo, perforado a doble hilera a tres bolillo a 0.30 metros entre planta y planta lo que nos da una densidad de 66 plantas/tratamiento.

Modo de Aplicación y Época

Las aplicaciones de Activador[®] fueron foliares con una mochila manual marca Swissmex con boquilla cónica a los 15, 45, 65 y 85 días después del trasplante del cultivo. Las aplicaciones de Impact[®] y Algagros[®] fueron inyectadas en el riego con una mochila que se le adaptó al sistema de riego, una aplicación fue en etapa de crecimiento vegetativo, otra a principio de floración y otra al inicio de fructificación.

El riego fue por goteo, se colocó 1 cintilla por surco, marca chapín[®] calibre 6 mil, con goteros a 12” y un gasto de 1±0.07 lt/hora/gotero. La fertilización se realizó a través del sistema de riego.

Variables evaluadas o Parámetros de Estimación de la Efectividad Biológica.

Desarrollo del Cultivo

Para evaluar el desarrollo vegetativo del cultivo se tomaron en cuenta las siguientes variables, las cuales se iniciaron a medir 15 días después del trasplante.

Peso Fresco. Cada semana se saco 1 planta con raíz, se lavó la raíz con agua y después se peso en una balanza granataria marca OHAUS, Modelo AQ2610S, Peso Máx. 2610 g.

Altura de Planta: Se midió cada semana con una cinta métrica en cm, tomando la medida desde la base del tallo al ápice.

Diámetro de Tallo: Se realizó la medida tomando de la base del tallo de la planta, cada semana con un vernier marca Scala, Presicion 0.1 mm.

Número de brotes.- Cada semana se contaron los brotes de la planta seleccionada en cada tratamiento.

Producción del Cultivo

Para evaluar producción, se tomaron todas las plantas de cada repetición y se saco un promedio para estimar la producción de la unidad experimental, y se evaluaron las siguientes variables:

Número de frutos por planta. Se conto el número de frutos, en cada cosecha y se dividió entre el número de plantas.

Peso promedio de fruto. Resultando de dividir el peso total entre el numero de frutos.

Rendimiento por Planta. Resultando de dividir el peso total de frutos entre el número de plantas de cada surco.

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias entre tratamientos fue con la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) y/o Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando los paquetes estadísticos Statistica versión 5 para windows y el de la UANL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto en el Crecimiento y Desarrollo del Cultivo

La aplicación de productos afectó el crecimiento de la planta de tomate Var. Río Grande ($P \geq 0.05$). En este estudio la planta de tomate, en promedio, alcanzó una altura de 72.11 cm., un diámetro de tallo de 17.25 mm., 14 brotes y 2538.04 g de peso fresco.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en el crecimiento en el cultivo de tomate.

| Variables Tratamientos | Altura cm. | Diámetro de Tallo mm | Numero de brotes | Peso Fresco/Planta g |
|-----------------------------------|------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| Testigo 0.0 L/ha | 62 c | 17.85 abc | 16.66 a | 2406 bcd |
| Activador [®] 0.125 L/ha | 61.5 c | 14.5 d | 15.00 a | 1188 e |
| Activador [®] 0.250 L/ha | 71.5 ab | 16 cd | 15.33 a | 1773 cde |
| Activador [®] 0.500 L/ha | 78.5 a | 17.5 abc | 15.00 a | 3669.5 a |
| Impact [®] 5 L/ha | 80 a | 16.6 bcd | 14.33 a | 2472.75 bc |
| Impact [®] 10L/ha | 72 ab | 18.35 ab | 15.00 a | 3394.17 a |
| Impact [®] 15 L/ha | 78.5 a | 16.9 abc | 14.33 a | 1670 de |
| Algagros [®] 0.5 L/ha | 76.5ab | 19.1 a | 15.33 a | 3165.75 ab |
| Algagros [®] 1.0 L/ha | 75 ab | 16.9 abc | 14.00 a | 2591 b |
| Algagros [®] 1.5 L/ha | 68.5 bc | 18.8 ab | 10.00 b | 3050.25 ab |
| C.V (%) | 4.25% | 4.55% | 8.47% | 10.52% |

a, b, c, d, e letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey 0.05.

Altura de la Planta: Se observó que el tratamiento con Impact a dosis de 5 L/ha, fue el tratamiento donde las plantas alcanzaron una mayor altura, sin embargo también se observa un efecto similar con la dosis de Impact 15 L/ha y Activador 0.500 L/ha. Los efectos positivos que mostró el producto Impact se debió posiblemente a la aportación de micro nutrientes que suministra el producto, que a diferencia de los otros tratamientos solo se aplicaron elementos mayores como se muestra en el programa de nutrición. Se puede observar conforme se incrementa la dosis de Activador, también se incrementa la altura mientras que el Algagros tiene un efecto contrario.

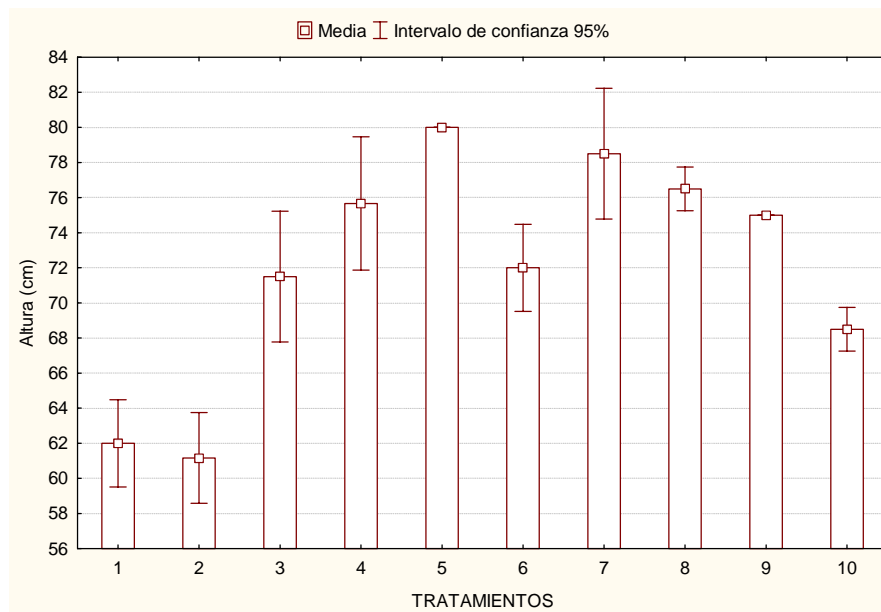


Figura 1. Efecto de los tratamientos en la altura de la planta de Tomate.

Diámetro de Tallo: Fue estadísticamente diferente ($P \geq 0.05$), se puede observar que con el tratamiento de Algagros 0.5 L/ha el tallo presenta mayor desarrollo; al igual que para la variable altura el diámetro de tallo no muestra una tendencia definida con la aplicación de Impact y Algagros. Activador mostro una tendencia definida con respecto a esta variable (Figura 2). Existe una relación directamente proporcional entre la altura y el diámetro de tallo, cuando las plantas se desarrollan en condiciones normales de luz (Salisbury y Roos, 1994). En la planta de tomate el tallo típico tiene 20-30 mm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis (Nuez, 2001).

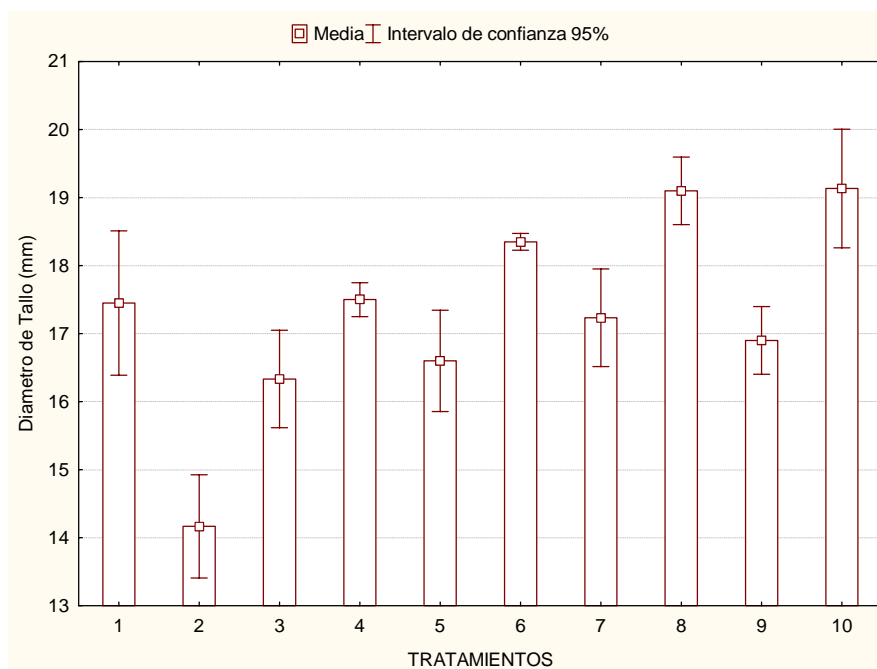


Figura 2. Efecto de los tratamientos en el diámetro de tallo de la planta de Tomate.

Numero de Brotes: Fue estadísticamente diferente ($P \geq 0.05$), sin embargo ninguno de los tratamientos mostro mayor efecto en la aparición de brotes que el testigo. Activador a dosis de 0.125 L/ha fue el tratamiento con mayor respuesta en relación a la presencia de brotes (Figura 3). La aplicación de dosis altas del producto Almagros favorece la presencia de brotes laterales.

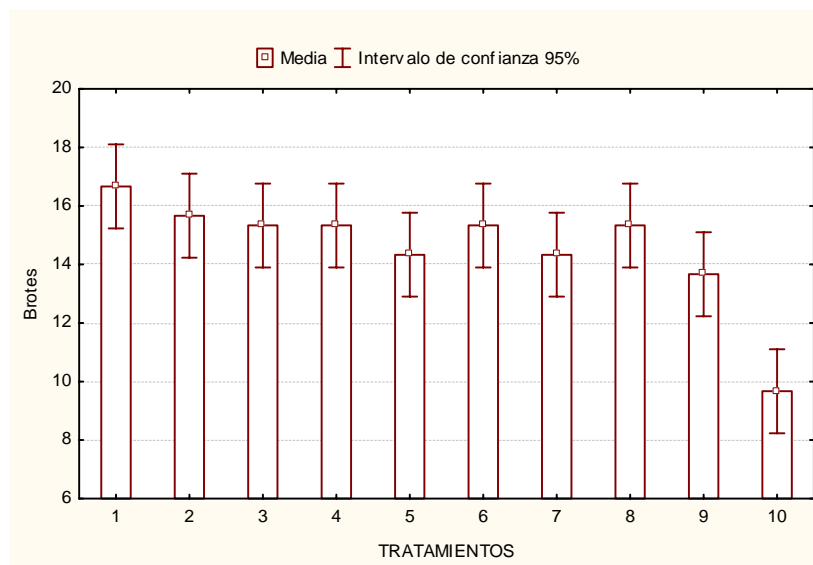


Figura 3. Efecto de los tratamientos en el número de brotes de la planta de Tomate.

Peso Fresco de Planta.- El tratamiento de Activador 0.500 L/ha es el que alcanzo mayor peso fresco (Figura 4). La biomasa es la masa generada por el metabolismo de las plantas, integrada por agua y materia seca. En la práctica la biomasa se evalúa como peso fresco total de la planta, mientras que la materia seca es la determinación de peso seco de la planta (Sandoval 2007).

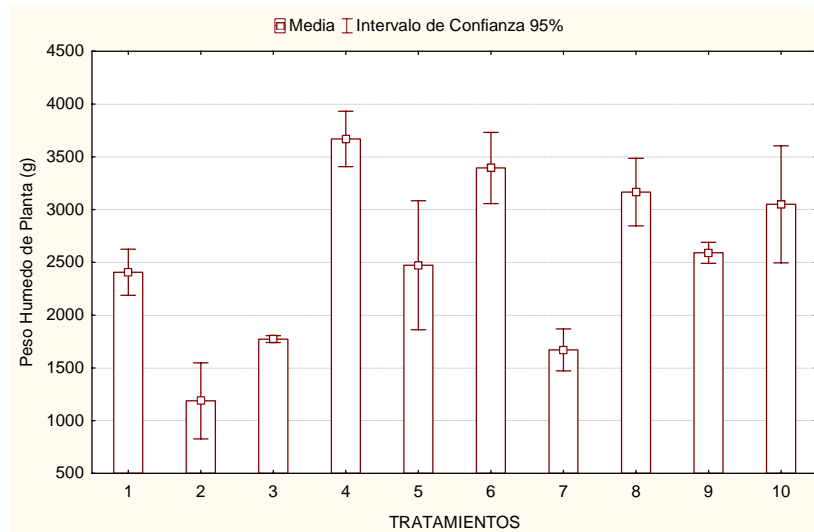


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco por planta del Tomate.

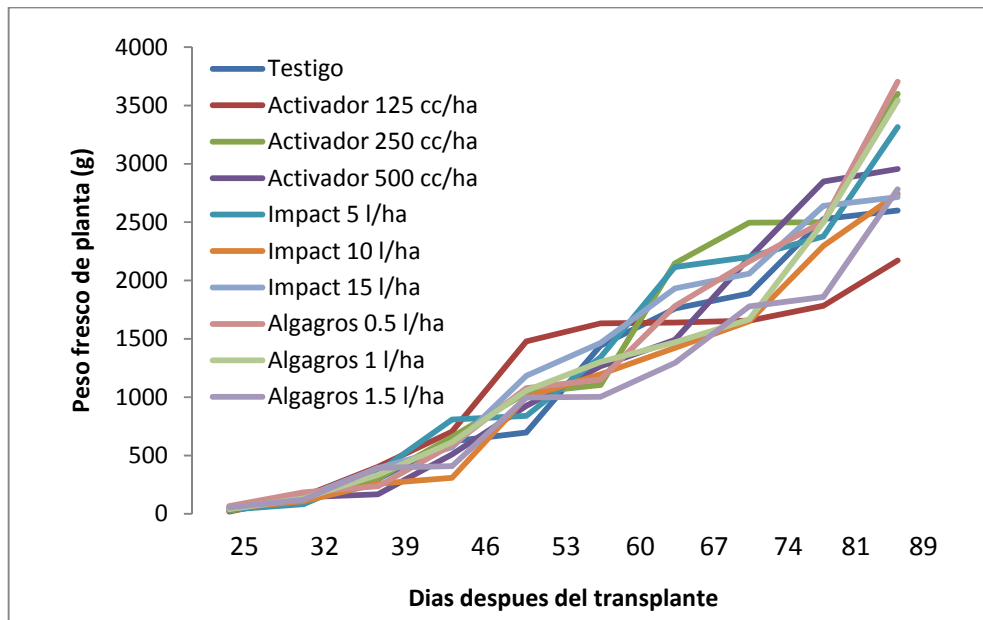


Figura 4.1. Curva de producción de biomasa, medida como peso fresco de la planta de Tomate.

Efecto en la Producción del Cultivo

La aplicación de productos afecto el rendimiento de la planta de Tomate Var. Rio Grande (Cuadro 9). En este estudio la planta de tomate tuvo en promedio 36.45 frutos, un peso promedio de frutos de 0.088 Kg y un rendimiento por planta de 3.240 Kg. Un rendimiento estimado de 113.4 ton/ha con una densidad de población de 35,000 plantas/ha, que fue la densidad promedio empleada en este trabajo.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en la producción en el cultivo del tomate.

| Tratamientos | Variables | Frutos por Planta | Peso promedio de Frutos (kg) | Rendimiento por planta (kg) |
|------------------------|------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Testigo | 0.0 L/ha | 39.61 ab | 0.088915 | 3.518 abc |
| Activador [®] | 0.125 L/ha | 35.23 c | 0.086588 | 3.051 d |
| Activador [®] | 0.250 L/ha | 40.97 a | 0.088390 | 3.616 ab |
| Activador [®] | 0.500 L/ha | 34.70 c | 0.092963 | 3.225 cd |
| Impact [®] | 5 L/ha | 41.63 a | 0.090299 | 3.760 a |
| Impact [®] | 10 L/ha | 36.71 bc | 0.093638 | 3.436 abc |
| Impact [®] | 15 L/ha | 35.78 c | 0.084122 | 3.011 d |
| Algagros [®] | 0.5 L/ha | 31.58 d | 0.092656 | 2.929 d |
| Algagros [®] | 1.0 L/ha | 37.64 bc | 0.087665 | 3.300 bcd |
| Algagros [®] | 1.5 L/ha | 30.67 d | 0.083255 | 2.557 e |
| | C.V (%) | 4.84 | 4.49 | 6.68 |

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas según la prueba de Diferencia Mínima Significativa 0.05.

Frutos por planta.- Fue estadísticamente diferente ($P \geq 0.05$), los tratamientos de Activador a dosis de 0.250 L/ha e Impact 5 L/ha fueron los tratamientos con mayor numero de frutos por planta. Se observa que al aumentar la dosis de Impact disminuye el rendimiento, mientras que el Activador y Algagros no muestran una tendencia definida (Figura 5).

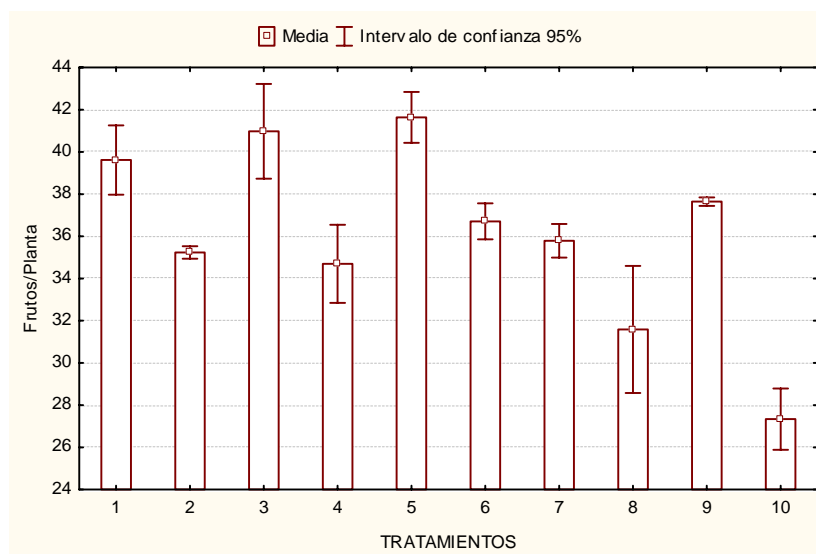


Figura 5. Efecto de los tratamientos en el número de frutos por planta de Tomate.

Peso Promedio de Frutos. Aunque no muestra diferencia estadística, se logra observar numéricamente una diferencia entre tratamientos, siendo la dosis 10 L/ha del producto Impact en la que se observó un mayor peso promedio de frutos. Los resultados de peso promedio muestran un comportamiento similar al observado en la variable altura y diámetro de tallo, donde al aumentar la dosis de Activador se incrementan dichas variables, mientras que al aumentar la dosis de Almagros disminuyen (Figura 6).

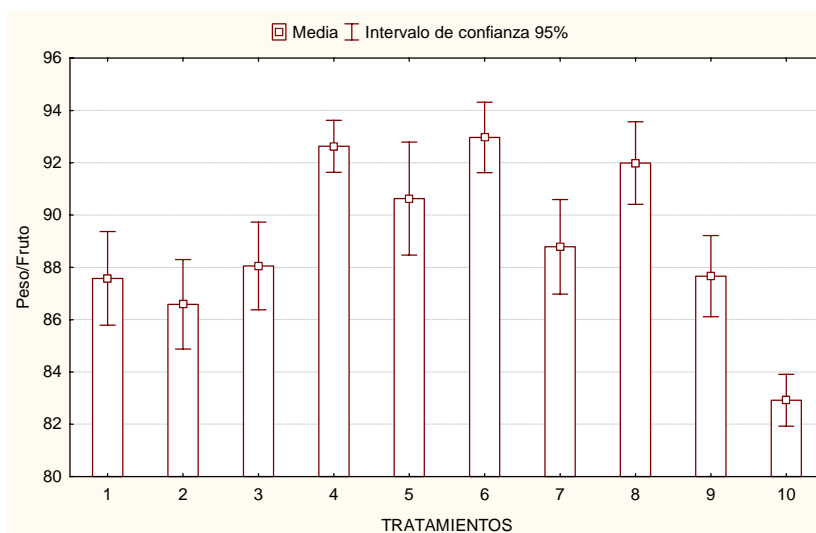


Figura 6. Efecto de los tratamientos en el peso promedio de frutos por planta.

Rendimiento por Planta en Kg.- Fue estadísticamente diferente (Cuadro 9), se logra apreciar que el producto Impact a dosis de 5 L/ha es el tratamiento que presentó mayor producción. La aplicación de Activador y Almagros no presentan una tendencia definida, mientras que para Impact, se aprecia que al aumentar la dosis disminuye el rendimiento (Figura 7).

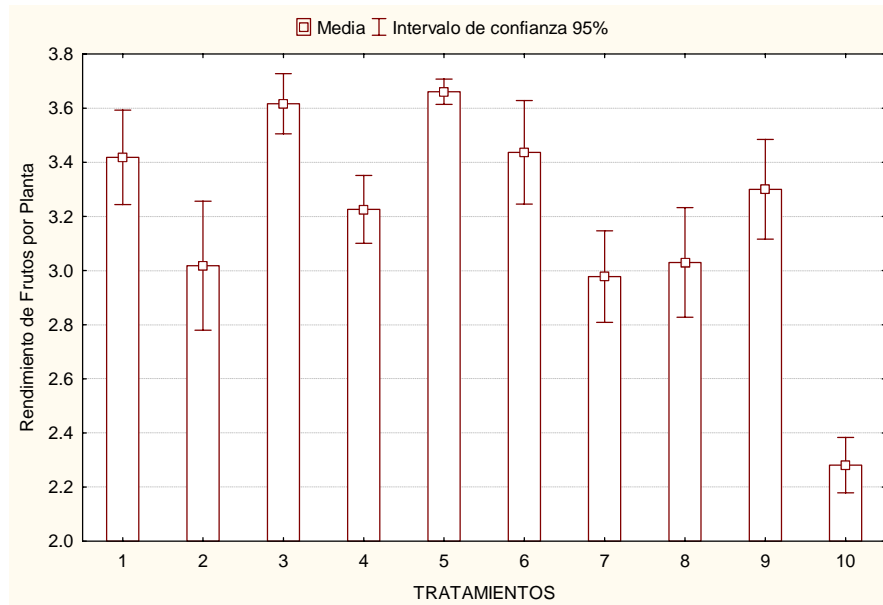


Figura 7. Efecto de los tratamientos en el rendimiento promedio por planta de Tomate.

CONCLUSIONES

La aplicación de los productos Activador[®], Impact[®] y Algagros[®] afectaron el crecimiento y producción del Tomate Var. Río Grande.

El Activador[®] aumenta la altura, el peso fresco total, el peso promedio de frutos y rendimiento. El Impact[®] aumentó la altura, peso fresco, número de frutos por planta, peso promedio de frutos y el rendimiento. Algagros[®] incrementó la altura, diámetro de tallo, peso fresco total, peso promedio de frutos y a dosis altas disminuyó el número de frutos por planta, peso de fruto y rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Cathey, H. M. 1964. Physiology of growth retarding chemicals. Annual Review of Plant Physiology 15, 271-302.
- Consuelo, H.; Nelia, C., 1991. Horticultura. Edición Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. Pág.193.
- Diario Oficial de la Federación 2000. Publicación mensual. 11 de abril del 2000. Norma Oficial Mexicana NOM 077 FITO-2000. México. DF., disponible en: <http://vlex.com.mx/vid/efectividad-biologica-insumos-vegetal-27907019>. Citado el 7 de octubre del 2010.
- Digital Globe, 2009.
- FAO, 2007. Base de datos estadísticos de la FAO. <http://faostat.fao.org>
- FAO, 2007. Manual técnico. Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Deposito de documentos de la FAO. Roma.
- Fertinosa, 2008. Catalogo de productos. Saltillo, Coahuila. México
- Fundación Produce Chihuahua A.C., 2007. Dinámica y Prospectiva de las Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología de las Cadenas Agro-Alimentarias y Agroindustriales del Estado de Chihuahua.
- Gladys F. Santacruz; 1993. Compendio de Agronomía. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 656 pp.
- INFDM. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Coahuila. 2005. Clima de General Cepeda.
- López, G. E, 2001. Comparación de tres reacciones de NK en tomate con acolchado y fertirrigación. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila, México.
- Nuez, F, 2001. El cultivo del tomate, Ediciones Mundi Prensa, México
- Olimpia G.; Casanova A.; Laterrot H.; Anaís G. 2000. Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana. 159pp.

- Rodríguez A. 1997. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España.
- Sandoval, 2007. Apuntes de Olericultura. Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Salisbury, B. Frank; y Cleon W. Roos. 1994. Fisiología Vegetal. Primera Edición. Grupo Editorial Iberoamérica SA de CV. México D.F.
- Valadez, L.A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa.
- Villela, J. D. 1993. El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID). Guatemala. 143 p.
- Zavaleta, M. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. Terra Latinoamericana, julio-septiembre, año/vol. 17, numero 003. Chapingo, México. pp 201-207.