

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Estudio de Efectividad Biológica del Producto XP-Amino en el Cultivo de  
Tomate (*Solanum lycopersicon*)

Por:

**JUAN CARLOS CAMPOS ROSALES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCION**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Estudio de Efectividad Biológica del Producto XP-Amino en el Cultivo de Tomate  
(*Solanum lycopersicon*)

Por:

**JUAN CARLOS ROSALES CAMPOS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

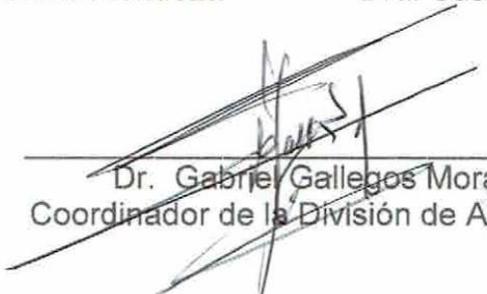
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Susana González Morales  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México  
Noviembre 2017

## **DEDICATORIAS**

### **Fernando Campos**

Mi hermano, por ser parte fundamental de mi formación moral, por darme el apoyo que un hermano, amigo, estudiante y un hombre necesita, a El dedico todos mis logros y sacrificios.

### **Araceli Rosales y Carlos Campos**

Mis padres, por concebirme y criarme, por darme el amor incondicional que un hijo requiere y por darme los valores y las herramientas para enfrentar la vida.

### **Rocío Campos**

Mi hermana, por ser como una segunda madre y cuidar de mí siempre, por todo el sacrificio que hizo para que pudiera salir adelante.

### **Ana Laura Rabago y Samantha Rabago**

Mi esposa e hija, por el amor incondicional que me tienen, el apoyo diario y sobre todo por creer en mí. Hija amada, desde el momento de tu nacimiento me convertí en el hombre que más te amara en este mundo, puedes estar segura que velare por ti hasta que el aliento me falte, te amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Agrosience Biochemical SA de CV, por brindarnos de su producto y que gracias a él pudimos concluir con éxito este trabajo.

A mi alma mater por brindarme el conocimiento, por permitirme el paso por sus instalaciones y por cobijarme durante mi estancia.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel por permitirme colaborar para realizar el trabajo de tesis.

Al Football Americano por brindarme la fuerza y el coraje que necesite para concluir la licenciatura.

Al equipo de los Buitres por ser la familia que se necesita.

Al Ing. Juan Javier Gonzales y al Sr. Sergio Resendiz por ser mis entrenadores y amigos, por darme los valores de perseverancia y constancia.

A mis amigos Moisés, Omar, Zayra, Gustavo, Álvaro, Alberto, Pastor, Alejandro, Junior, Pablo, por ser incondicionales en mi persona.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE DE CONTENIDO.....	III
INDICE DE CUADROS .....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Estudios de Efectividad Biológica para insumos de nutrición vegetal.....	3
Norma Oficial Mexicana 077-Fito-2000.....	3
Aminoácidos.....	7
Descripción del Producto Evaluado.....	11
Generalidades del cultivo del Tomate o Jitomate.....	11
Origen.....	11
Taxonomía.....	12
Producción Mundial.....	12
Producción en México.....	14
MATERIALES Y METODOS.....	15
Descripción del sitio Experimental.....	15
Material vegetativo.....	16
Descripción de los tratamientos.....	16
Actividades para el establecimiento del estudio.....	16
Variables evaluadas.....	17
Análisis de datos.....	18
RESULTADOS Y DISCUSION .....	19
Variables de crecimiento.....	21
Rendimiento .....	24
Calidad de fruto.....	25
CONCLUSIONES .....	27
BIBLIOGRAFIA.....	28

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>CUADRO 1.</b> Composición del producto XP AMINO.....	11
<b>CUADRO 2.</b> Descripción de los tratamientos y dosis del producto. ....	16
<b>CUADRO 3.</b> Efecto de la aplicación del XP-Amino, sobre la altura de la planta, longitud y diámetro de entrenudos del cultivo de tomate.....	22
<b>CUADRO 4.</b> Efecto de la aplicación del XP-Amino, sobre el desarrollo de las hojas del cultivo de tomate .....	22
<b>CUADRO 5.</b> Efecto de la aplicación de XP-Amino, sobre la concentración de minerales en las hojas de tomate.....	23
<b>CUADRO 6.</b> Efecto de la aplicación del XP-Amino, sobre el número y peso de frutos cosechados por planta en el cultivo de tomate saladette Rafaello.....	24
<b>CUADRO 7.</b> Rendimiento por planta y extrapolación a toneladas por hectárea en plantas de tomate Rafaello tratadas con XP-Amino.....	25
<b>CUADRO 8.</b> Efecto de la aplicación de XP-Amino, en el peso promedio, diámetro polar y ecuatorial del fruto de tomate Rafaello .....	26
<b>CUADRO 9.</b> . Efecto del XP-amino sobre: Firmeza, Grados Brix y pH del fruto de tomate Rafaello.. .....	26

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
<b>FIGURA 1.</b> Producción mundial de tomate.....	13
<b>FIGURA 2.</b> Producción del valor de las exportaciones mundiales .....	13
<b>FIGURA 3.</b> Producción de Tomate en México .....	14
<b>FIGURA 4.</b> Ubicación del sitio experimental.....	15
<b>FIGURA 5.</b> Efecto de la aplicación del producto XP AMINO sobre la floración	19
<b>FIGURA 6.</b> Numero de flores y frutos por racimo.....	21

## RESUMEN

Los estudios de efectividad biológica, son pruebas que se realizan a los insumos agrícolas antes de ser comercializados, con el propósito de certificar que su aplicación cumpla con la función para la cual fueron elaborados. Este trabajo tuvo como objetivo, realizar el estudio de efectividad biológica del producto XP-Amino, en el cultivo de tomate cultivado en sustrato y bajo cubierta. Se evaluaron 3 dosis del producto: 0.350, 0.750, 1.500 Lha<sup>-1</sup>, aplicada cada 15 días, iniciando en el primer corte. También se contó con un testigo absoluto 0.00 L. ha<sup>-1</sup>. Se midieron las siguientes variables: Altura y diámetro de planta, longitud y grosor de los entrenudos, número y peso de frutos cosechados y rendimiento por planta. En fruto se midió: Peso promedio, longitud y diámetro, firmeza, sólidos solubles totales °Brix y pH. Los resultados muestran que La aplicación de XP-Amino propició un aumento de frutos cuajados por racimo, el desarrollo de las hojas, el número de frutos cosechados por racimo, el peso promedio de los frutos y el rendimiento del cultivo de tomate Saladette var. Rafaello.

**Palabras clave:** Estimulantes, Reguladores de crecimiento.

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de agroquímicos a motivado la aparición en el mercado de una gran cantidad de estos productos (UMFFAAC, 2013, UPNL, 2013). Si bien el uso de agroquímicos ha permitido obtener incrementos substanciales en la producción, la falta de regulación ha permitido la comercialización de productos, que lejos de mejorar los cultivos no tienen efecto o provocan daños, 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 Secretaria Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), regula la formulación de agroquímicos mediante el registro de productos. Para el registro de insumos de nutrición vegetal, la SAGARPA emite la NOM-077-FITO-2000. (DOF, 2000), actualizada en diciembre del 2011 (DOF, 2011). Esta norma incluye los estudios de efectividad biológica, que son evaluaciones que se les realizan a los productos para obtener el registro y poder ser comercializados en el territorio nacional. Estos estudios los realizan instituciones autorizadas por la SAGARPA, en la región sureste del estado de Coahuila, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Para el presente trabajo la Empresa Agrosience Biochemical SA de CV, solicitó el estudio del Producto XP-Amino, clasificado como un estimulante, cuyo ingrediente activo principal son aminoácidos, (Agrosience, 2014). Los aminoácidos son productos que, aplicados de forma exógena a la planta, estimulan diferentes funciones relacionadas con

la actividad enzimática y síntesis de proteínas (Sandoval, 2013). Se utilizan para contrarrestar efectos de estrés o promover desarrollo en los cultivos.

Se eligió el cultivo del tomate o jitomate (*Solanum lycopersicon*), que es la hortaliza más importante a nivel nacional, se cultiva en 28 estados de la República Mexicana, en una superficie de 55, 888.04 ha, y genera una derrama económica interna de \$13,146.85 millones de pesos, y un ingreso de divisas de \$17,415.77 millones de pesos, también tiene una gran importancia social, ya que su manejo genera una amplia fuente de trabajo (SIAP, 2012).

Por lo anterior este trabajo se realizó con el siguiente

### **Objetivo**

Realizar el estudio de efectividad biológica del producto XP-Amino sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate.

### **Hipótesis**

La aplicación del producto XP-Amino, tendrá un efecto positivo en el desarrollo, rendimiento y calidad del cultivo del tomate.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Estudios de Efectividad Biológica para Insumos de Nutrición Vegetal**

Son evaluaciones que se realizan a los fertilizantes orgánicos, reguladores de crecimiento, mejoradores de suelos orgánicos o biológicos, inoculantes y humectantes, solos o combinados entre sí, con el propósito de obtener el registro para su comercialización en el territorio nacional. El estudio se realiza a solicitud de las empresas formuladoras o comercializadoras de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-077-FITO-2000. (DOF, 2000), actualizada en diciembre del 2011 (DOF 2011), que emite la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

### **Nom 077-Fito-2000**

#### **1.- Objetivo y campo de aplicación**

**1.1.** La presente Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria y establece las especificaciones, criterios y procedimientos para regular los estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal en todo el territorio nacional.

**1.2.** Es aplicable a fertilizantes orgánicos, mejoradores orgánicos o biológicos de suelo, inoculantes, reguladores de crecimiento vegetal y humectantes, solos o combinados entre sí y/o con productos inorgánicos.

**1.3.** Los siguientes productos no forman parte de aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana:

**1.3.1.** Los fertilizantes inorgánicos elaborados con base en nutrientes primarios y/o secundarios y/o micronutrientes (quelatados o no) al igual que sus mezclas, dado que su efectividad en las plantas es plenamente conocida.

**1.3.2.** Los mejoradores inorgánicos de suelo elaborados con base en nutrientes secundarios al igual que sus mezclas, dado que su efectividad es plenamente conocida.

**1.3.3.** Los productos de uso exclusivamente intermedio, utilizados como materia prima para la formulación de otros insumos de nutrición vegetal.

**1.3.4.** La urea por su desempeño suficientemente conocido.

## **2. Definiciones**

**Efectividad Biológica:** Resultado conveniente que se obtiene al aplicar un insumo de nutrición vegetal.

**Etiqueta:** Conjunto de dibujos, figuras, leyendas e indicaciones específicas grabadas o impresas en los envases y embalajes, la cual cumple con lo establecido en la normatividad vigente.

**Fertilizante inorgánico:** Insumo de nutrición vegetal elaborado a base de nutrientes primarios y/o nutrientes secundarios y/o micronutrientes que se presentan en forma mineral.

**Fertilizante orgánico:** Insumo de nutrición vegetal cuya función principal es aportar nutrientes para las plantas, los cuales proceden de materiales que contienen carbono de origen animal y/o vegetal.

**Humectante:** Sustancia o mezcla de sustancias que, aplicada al suelo, favorece la retención de agua para las plantas.

**Inoculante:** Insumo de nutrición vegetal elaborado con base en microorganismos que, al aplicarse al suelo o a las semillas, favorece el aprovechamiento de los nutrientes, o bien en asociación con la planta o su rizósfera.

**Insumo de nutrición vegetal:** Cualquier sustancia o mezcla de ellas que contenga elementos útiles para la nutrición y desarrollo de los vegetales.

**Laboratorio de pruebas:** Persona moral acreditada y aprobada para realizar estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal, en los términos establecidos en la Ley Federal de Sanidad Vegetal y en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Mejorador de suelo:** Sustancia orgánica o inorgánica capaz de modificar las propiedades y características físicas, químicas o biológicas del suelo.

**Micronutrientes:** Nutrientes minerales que las plantas requieren en pequeñas cantidades y comprenden al hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y cobalto (Co).

**Nutrientes primarios:** Nutrientes minerales que las plantas requieren en grandes cantidades y comprenden al nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

**Nutrientes secundarios:** Nutrientes minerales que las plantas requieren en cantidades intermedias y comprenden al magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S).

**Registro de insumos de nutrición vegetal:** Proceso mediante el cual la autoridad competente aprueba la venta y suministro de un insumo de nutrición vegetal.

**Regulador de crecimiento:** Insumo de nutrición vegetal con base en moléculas orgánicas que favorece o inhibe los procesos celulares tales como división, alargamiento y diferenciación celular en las plantas.

**Secretaría:** La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

**Testigo absoluto:** Tratamiento integrado en el diseño experimental que sirve como punto de referencia para medir la efectividad biológica de un producto en evaluación.

### **3. Especificaciones**

**3.1.** Los estudios de efectividad biológica se realizarán en los cultivos que designe la Secretaría a partir de una lista propuesta por el particular. En el caso en que el particular designe el cultivo donde se evaluará la efectividad biológica del insumo de nutrición vegetal correspondiente y con base en los resultados del estudio, la Secretaría dictaminará el uso del insumo para todos los cultivos de la misma familia botánica.

**3.1.1.** Si el particular considera que su producto se registre con recomendación para cultivos de distintas familias botánicas, debe proponer a la Secretaría la designación del cultivo en el cual se evaluará el insumo, con base en una lista de cultivos en donde se incluyan las dosis, épocas y métodos de aplicación que proporcione a ésta; en este caso, la Secretaría dará respuesta en un plazo no mayor a 15 días hábiles.

**3.1.2.** Para la realización de estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal, el particular presentará un protocolo de investigación, el cual será elaborado por el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado, que desarrollará el estudio conforme a lo establecido en el Apéndice “A” (Normativo).

Lunes 19 de diciembre de 2011 DIARIO OFICIAL (Primera Sección)

**3.2.** Procedimiento para la realización de estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal.

**3.2.1.** Los estudios de efectividad biológica de insumos de nutrición vegetal se realizarán por los laboratorios de pruebas acreditados y aprobados, con el fin de estar acorde con la

Ley Federal sobre Metrología y Normalización y con el SEGUNDO TRANSITORIO de la presente Norma Oficial Mexicana.

**3.2.2.** Se utilizará un diseño que indique el arreglo y distribución de la unidad experimental con un mínimo de tres repeticiones, incluyendo por lo menos tres dosis a evaluar y un testigo absoluto.

**3.2.3.** Se permite la utilización de otros insumos de nutrición vegetal o plaguicidas en el desarrollo del estudio, siempre y cuando éstos no interfieran en los resultados del insumo de nutrición vegetal que se estudia, siendo responsabilidad del profesional encargado del mismo el presentar la justificación del uso y la comprobación correspondiente en el informe final y/o cuando se le solicite.

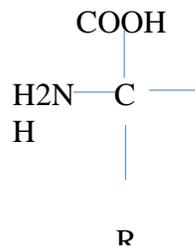
### **Aminoácidos**

Todos los seres vivos necesitan aminoácidos como unidades estructurales, para formar proteínas, enzimas. Existen veinte aminoácidos constituyendo proteínas: Alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina.

Las plantas producen estos aminoácidos mediante el nitrógeno que absorben principalmente por la raíz. Este proceso es largo y demanda un alto costo energético. Por lo cual la aplicación exógena de aminoácidos, ya sea foliar o al suelo representan un ahorro de energía para la planta. La aplicación de aminoácidos al suelo, como ya se mencionó anteriormente permite a la planta su absorción a través de sus raíces y además favorece la

actividad microbiana del suelo, dado que la mayoría de los microorganismos también toman dichos aminoácidos (Phytoorganic, 2014)

Los aminoácidos son los componentes primordiales de las proteínas. El nombre aminoácido alude a que son ácidos orgánicos (carboxílicos) con un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) situado en posición α, es decir, en el carbono contiguo al grupo carboxilo (-COOH) (José M. Maraculla *et al* 1994). La fórmula general de un aminoácido es:



Los aminoácidos están formados por iones amonio y acetoácidos. Estos últimos suelen ser producto de la degradación metabólica de azúcares. El aminoácido que más se forma de esta manera es el ácido glutámico: el principal portador de nitrógeno a toda la planta. Las plantas, ya sea por aminación o transaminación, puede fabricar todos los aminoácidos que requieren, partiendo del nitrógeno inorgánico (Peter H. Revenet *et al* 1991).

Las plantas producen más de trescientos aminoácidos, pero solo 20 son usados para hacer bloques de proteínas o enzimas. Las proteínas a su vez son complejos orgánicos formados por un gran número de aminoácidos. Las enzimas por su parte son esenciales en el metabolismo pues son proteínas que incrementan la velocidad de las reacciones constantes e instantáneas en las células.

Los aminoácidos además de su papel como componente estructural de las proteínas cumplen otras funciones en el metabolismo de las células como donadores de grupos activos o como productos de degradación de proteínas en el metabolismo de las cuales son el punto de partida de la síntesis de vitaminas y nucleótidos (Hernando A. Pabón 2006).

Son sustancias orgánicas de bajo peso molecular con una función acida (COOH) y uno amino (NH<sub>2</sub>), su función es penetrar a través de la cutícula y membranas celulares de las hojas y activar el metabolismo celular (Chen y Aviad, 1990), cumplen funciones clave en la estrategia que realizan las plantas para tolerar estrés y adecuación de las plantas con metales pesados (López *et al.*, 2000).

Diversas investigaciones han determinado que los aminoácidos pueden servir como agentes quelatantes para diferentes elementos como fosforo (Massonneau *et al.*, 2001) al favorecer su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales. Así mismo, se ha observado que los aminoácidos aplicados en mezcla con algunos nutrientes, aumenta la eficiencia de estos y reduce el tiempo de absorción de los mismos (Kamara, 2000).

Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. No puede realizarse proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos. Las proteínas son sustancias orgánicas nitrogenadas de elevado peso molecular, y todas están constituidas por series definidas de aminoácidos. Por tanto, los aminoácidos son las unidades básicas de las proteínas.

Las plantas sintetizan los aminoácidos a través de reacciones enzimáticas, por medio de procesos de animación y trasnominación, los cuales conllevan un gran gasto energético por parte de la planta.

Partiendo del ciclo del nitrógeno, se plantea la posibilidad de poder suministrar aminoácidos a la planta, para que ella se ahorre el trabajo de sintetizarlos, y de esa forma

poder obtener una mejor y más rápida respuesta en la planta. Un elevado contenido de aminoácidos libres, promueve la activación del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, etc.

Los aminoácidos, además de una función nutricional, pueden actuar como reguladores del transporte de micro elementos, ya que pueden formar complejos con metales en forma de quelatos.

La calidad nutricional de los aminoácidos utilizados, depende en gran medida del tipo de hidrolisis, siendo la enzimática la que proporciona las mejores características al producto final, en ellas:

- Elevada cantidad de L- $\alpha$ -aminoácidos (biológicamente activos)
- Elevada proporción de aminoácidos libres
- Ausencia de productos potencialmente nocivos para las plantas
- Conservación de las bases púricas y priméricas del ADN celular, que son

precursores de hormonas vegetales.

Las enzimas específicas liberan gran cantidad de L- $\alpha$ -aminoácidos sin provocar alteraciones en los mismos (Paola Michitte, 2005).

## Descripción del Producto Evaluado

El XP amino es un producto de la empresa Agrosience SA de CV., diseñado para (Agrosience, 2014).

En el Cuadro 1 se muestra su formulación.

**Cuadro 1.** Composición del producto XP amino

COMPONENTES	
Aminoácidos totales (De los cuales 23% son aminoácidos libres)	32.00%
Nitrógeno	3.00%
Fósforo	3.00 %
Potasio	3.00 %
Potencializadores y microelementos	59.00%
	Total
	100.00%

## Generalidades del Cultivo del Tomate o Jitomate

### Origen

El tomate cultivado, (*Solanum Lycopersicon*), 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. (Consuelo; 1991, Villela; 1993 y Olimpia; 2000).

## **Taxonomía**

El tomate cultivado es una especie dicotiledónea incluida en la familia de las solanáceas, y aunque recientemente se ha introducido una modificación, la taxonomía general aceptada es la siguiente (Esquina-Alazaret al., 1995)

Clase: Dicotiledonea

Orden: Solanales

Familia: Solaninae

Subfamilia: Solanaceae

Tribu: Solaneae

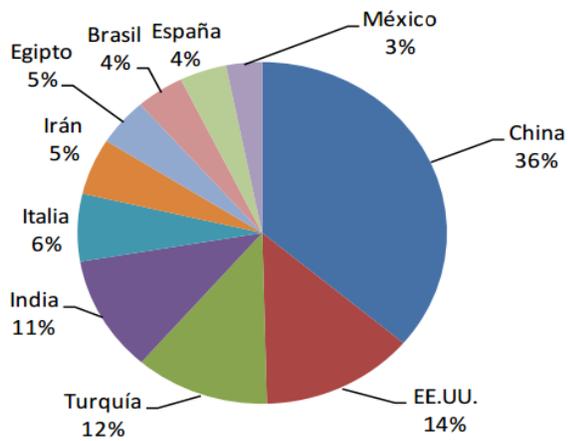
Genero: Solanum

Especie: Solanum Lycopersicum L.

## **Producción Mundial**

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie.

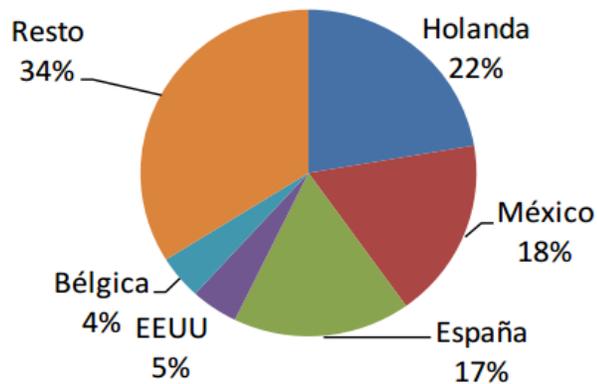
La producción de tomate en el 2008 se distribuyó de la siguiente manera: China fue el principal productor de jitomate en el mundo, con una participación de 36%. Le sigue Estados Unidos con 14%; Turquía, 12%; India, 11%; mientras que México ocupó el doceavo lugar, con 3% de participación en la producción. (SAGARPA, 2010).



Fuente: Organización para la Agricultura y la alimentación (FAO)

**Figura 1.** Participación de la Producción Mundial

Los países con mayor volumen de exportación en el mundo son: Holanda 22%, México 18% y España 17% del total mundial. (SAGARPA, 2010)

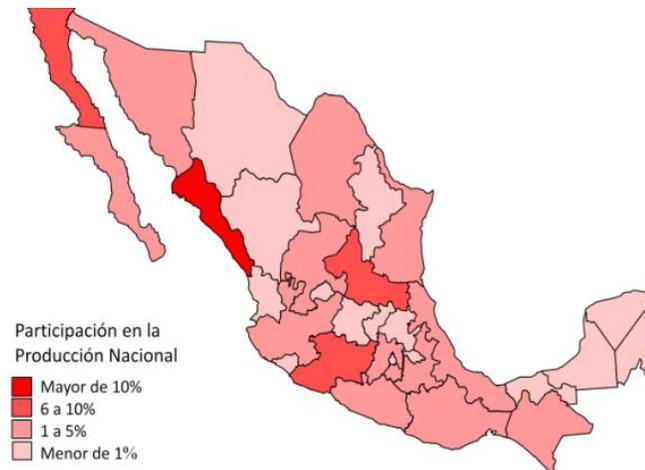


Fuente FAO

**Figura 2.** Producción del valor de las exportaciones mundiales.

## Producción en México

Durante 2008, se produjeron en todo México 2.26 millones de toneladas de jitomate, siendo el principal productor el estado de Sinaloa con el 35%, Baja California, 9%. Michoacán 8%, San Luis Potosí 6% y Jalisco 5%.



Fuente: SAGARPA, DGAFR con datos de SIAP.

**Figura 3.** Producción de Tomate en México

En la República Mexicana, se produce jitomate durante todo el año. En el análisis temporal, durante los primeros meses del año, es cuando se genera el tope de producción nacional, en el estado de Sinaloa, que abastece al mercado nacional y la mitad del norteamericano. Por otro lado, durante el verano, la producción de los estados del centro y de Baja California, es la que abastecen la demanda interna y de exportación. Finalmente, en los meses de agosto a diciembre, son otras entidades las que cubren la producción.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del sitio Experimental

El estudio se realizó bajo cubierta de malla antiáfidos, en la parcela 17 del ejido el Pilar, municipio de General Cepeda, Coahuila., ubicado a  $25^{\circ} 22' 30.47''$  N y  $101^{\circ} 28' 26.39''$  O, con una altitud de 1474 msnm. (Digital Globe, 2012). Durante el periodo de junio a diciembre del 2012.



**Figura 4.** Ubicación del sitio experimental

## Material vegetal

Se utilizó tomate tipo saladatte o roma de hábito indeterminado Rafaello® F1.

### Descripción de los tratamientos

Se evaluaron 3 dosis del producto XP AMINO®, más 1 testigo absoluto (Cuadro 3). En un diseño de 4 bloques completos al azar. Con 10 plantas por repetición, lo cual dio 160 plantas, por unidad experimental.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos o dosis del producto.

Tratamiento 1	0.350 L ha <sup>-1</sup>
Tratamiento 2	0.750 L ha <sup>-1</sup>
Tratamiento 3	1.50 L ha <sup>-1</sup>
Tratamiento 4	0.00 L ha <sup>-1</sup> Testigo absoluto

La aplicación se realizó cada 15 días, diluyendo en 6 litros de agua las dosis respectivas, 6, 12 y 24 cc del producto. La solución se distribuyó uniformemente vía foliar respectivamente a tratamiento en las plantas.

### Actividades para el establecimiento del estudio

El terreno se preparó con riego por goteo, para lo cual se utilizó cintilla marca T-tape 6 mil, con goteros a 12 pulgadas, y un gasto por gotero de 1 L por hora. La planta se produjo en charolas de poliestireno de 200 cavidades y peatmos® como sustrato. El trasplante se realizó el 3 de agosto del 2012.

El cultivo se manejó de acuerdo al paquete tecnológico del cultivo de tomate bajo cubierta (INFOAGRO, 2011). La nutrición del cultivo se realizó, según el programa de nutrición de tomate (Sandoval, 2012).

## **Variables evaluadas**

### **Variables de crecimiento**

**Altura de la planta.** Se realizó la medición semanalmente con un flexómetro hasta que se decapitó.

**Número de racimos.** Se contó semanalmente los racimos que tenía la planta.

**Número de frutos por racimo.** Se contó el número de frutos cuajados en cada racimo.

**Diámetro y longitud de entrenudo.** Con un vernier electrónico, se midió el diámetro central del entrenudo y con una regla graduada la longitud del mismo. Esta medición se realizó cada semana.

**Largo y ancho de hoja:** Se realizó la medición semanalmente con una regla graduada, se midió la hoja abajo del racimo más próximo a cosecha.

### **Variables de productividad**

**Número y peso de frutos cosechados por planta.** Se cosecho el total de plantas de cada repetición. Se contó el número de frutos y se pesó el total de los mismos. Tanto el número de frutos cosechados, como el peso de los mismos se dividieron entre el número de plantas cosechadas. Esta evaluación se realizó en cada corte.

**Rendimiento por planta.** Se sumó el peso de frutos por planta de cada corte.

### **Variables de calidad de fruto**

Estas variables a excepción del peso promedio de fruto, se evaluaron en cada corte, tomando al azar 3 frutos por repetición.

**Peso promedio de fruto:** Se obtuvo dividiendo el peso del total de los frutos cosechados en cada repetición entre el número de los mismos. Este dato se obtuvo en cada corte y finalmente se reporta el promedio general.

**Longitud y diámetro del fruto:** Con un vernier electrónico, se midió el diámetro ecuatorial y con una regla la longitud del fruto.

**Firmeza:** Se realizó con un penetrometro con punta de 6mm de diámetro.

**Grados Brix:** Se determinó con un refractómetro manual marca Sper Scientific®. Modelo 300010.

**pH:** Se tomó la medición potenciómetro manual marca Hanna modelo HI98130.

## **ANALISIS DE DATOS**

Los datos obtenidos fueron analizados bajo un diseño de bloques al azar, realizando el análisis de varianza (ANVA) y separados con la prueba múltiple de medias Tukey ( $P > 0.05$ ) utilizando el paquete estadístico SAS 9.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Días a Floración

Medido como el número de plantas con flores abiertas en cada repetición a los 31 días después del trasplante. Se encontró que no existe diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 1). Por lo tanto, la aplicación del producto no afectó la precocidad en la floración del tomate.

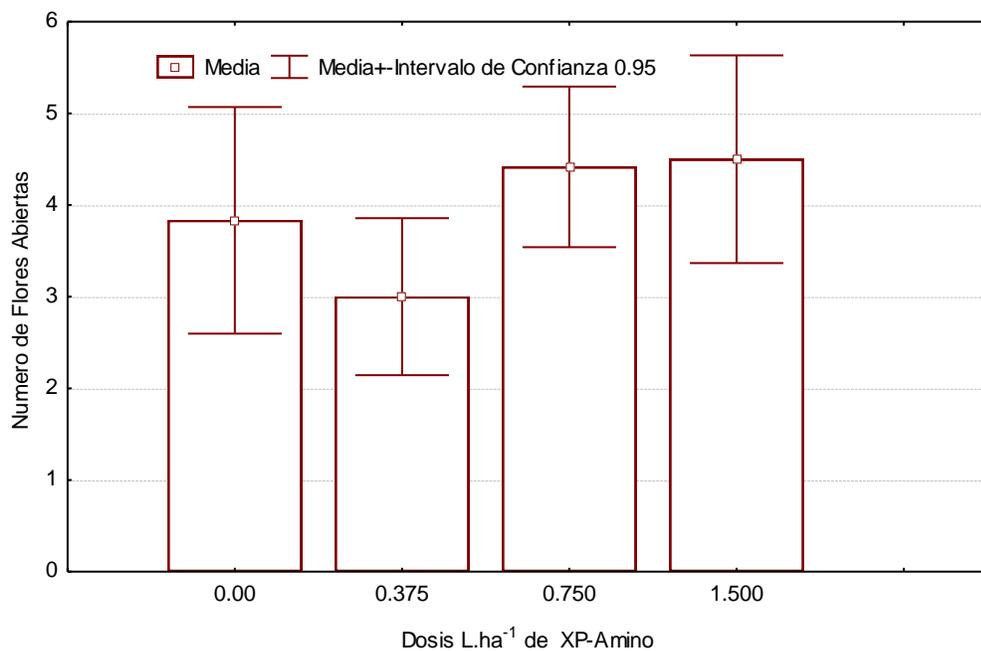


Figura 1. Efecto de la Aplicación de XP-Amino, sobre la Floración de Tomate Saladette

### Número de Flores y Frutos Cuajados o Amarrados por Racimo

El número de flores en cada racimo no fue afectado por la aplicación del producto. Si bien el número de flores por racimo no se afecta, si se observa que uniformiza la apertura (Figura 2). El número de flores por racimo es una característica determinada más por la

información genética del híbrido que por estímulos externos como es la aplicación de agroquímicos. Este híbrido presenta de 5 a 9 flores por racimo, predominando racimos de 7 flores, y aproximadamente un 3 por ciento de racimos dobles con 12 a 16 flores (Ahern, 2012), y en este estudio las plantas presentaron 7.10 flores por racimo.

Respecto al número de frutos cuajados o amarados en cada racimo, la aplicación del producto aumentó dicho cuajado. Se encontró diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) respecto al testigo, pero no entre las dosis (Figura 2). La dosis de  $0.75 \text{ Lha}^{-1}$  tuvo una media de 6.25 frutos, o bien 0.84 frutos, más que el testigo.

En promedio el amarre fue de 5.93 frutos por racimo. La polinización fue natural, no se apoyó con abejorros, aire o vibración que son las técnicas más comunes para aumentarla polinización (Stayet *al*, 2001). Las flores de tomate son autógamias, pero si se provee polinización complementaria, resulta en un mayor número de frutos por racimo, frutos más grandes al aumentar el número de semillas en el fruto y frutos de mejor calidad al reducir el número de frutos deformes por polinización deficiente. (Stayet *al*, 2001., Macías *et al.*, 2004, Koppert, 2012).

El híbrido Rafaello, presenta de 5 a 9 frutos por racimo, predominando racimos de 6 frutos bien formados y un fruto apical de menor tamaño, también presenta aproximadamente un 3 % de racimos dobles con 10 a 16 flores (Ahern, 2012). Aun y cuando la aplicación del producto aumento el cuajado de frutos, el bajo porcentaje de amarre pudo ser debido a la falta de polinización complementaria.

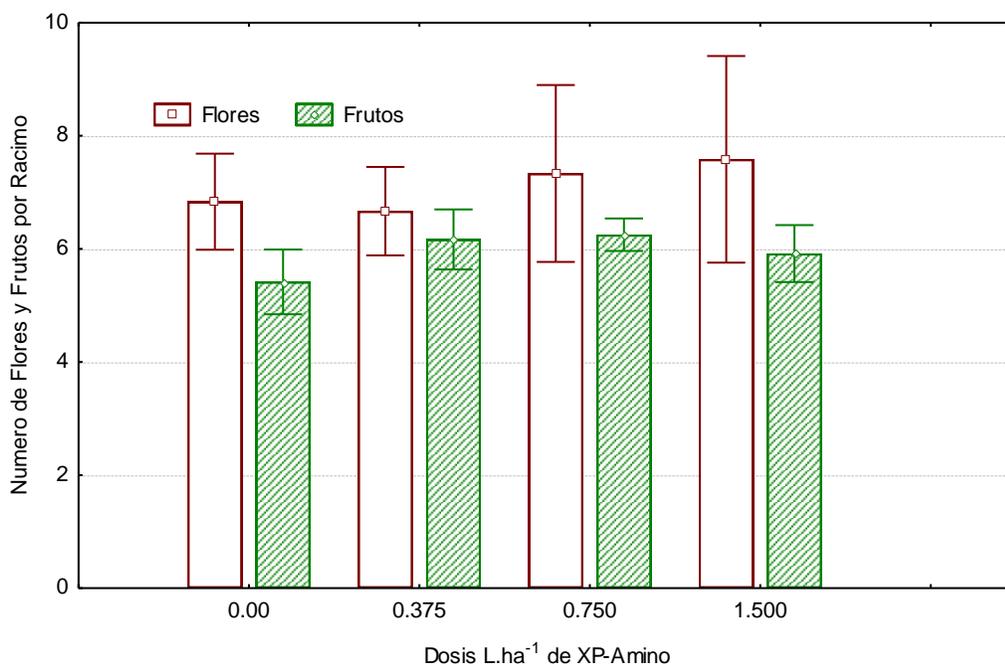


Figura 2. Media e Intervalo de Confianza 0.95, del efecto de la aplicación de XP-Amino, en el número de flores y frutos cuajados por racimo en tomate Rafaelo.

## Variable de Crecimiento

### Altura de Planta

La altura de planta medida a los 69 días después de trasplante, muestra que no hubo diferencia ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos de XP-Amino (Cuadro 3). En promedio la planta de tomate en esta medición tuvo una altura de 158.1 cm.

### Longitud y Diámetro de Entrenudos o Tallo

La longitud y el diámetro de los entrenudos o tallo, no fueron afectados por la aplicación del producto XP-Amino como se observa en el cuadro 1 y apéndice 2. La planta de tomate Rafaelo, tuvo entrenudos de 24.96 cm de longitud y 11.60 mm de diámetro.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación del XP-Amino, sobre la altura de la planta, longitud y diámetro de entrenudos del cultivo de Tomate Rafaello.

DOSIS (L.ha <sup>-1</sup> ) DE XP-AMINO	Altura de Planta cm	Longitud de Entrenudos cm	Diámetro de Entrenudos mm
0.00	154.16 a	25.66 a	11.44 a
0.375	154.50 a	25.16 a	11.38 a
0.750	161.33 a	23.08 a	11.56 a
1.500	162.41 a	26.00 a	12.04 a
	Fc-Ft	0.59-0.62	1.26-0.30
	Coefficiente de Variación %	12.47	16.14
			0.45-0.71
			13.19

Literales iguales en la misma columna indican que no hay diferencia estadística entre las medias de los Tratamientos (Tukey 0.05). Fc= F Calculada, Ft= F de tablas o referencia

### Largo y Ancho de Hojas

La aplicación del producto XP-amino, estimuló el desarrollo de las hojas medido como largo y ancho. Se observaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) respecto al testigo, pero no entre las dosis (cuadro 2, apéndice 2). El mayor desarrollo de hojas se obtuvo a la dosis de 0.75 L.ha<sup>-1</sup>, (cuadro 2), con un incremento respecto al testigo de 12.93%. La planta de tomate Rafaello, tuvo hojas de 50.55 cm de largo y 42.22 cm de ancho.

Cuadro 4. Efecto de la aplicación del XP-Amino, en el desarrollo de las hojas del cultivo

DOSIS (L.ha <sup>-1</sup> ) DE XP-AMINO	Longitud de Hoja cm	Ancho de Hoja cm
0.00	46.50 b	38.25 b
0.375	52.41 a	42.50 a
0.750	53.41 a	44.41 a
1.500	50.91 ab	43.75 a
	Fc-Ft	2.93-0.04
	Coefficiente de Variación %	12.14
		1.02-0.39
		22.41

Literales a, b, diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los Tratamientos (Tukey 0.05). Fc= F Calculada, Ft= F de tablas.

## Análisis Foliar

Se realizó un análisis foliar a la hoja de abajo del cuarto racimo. Se encontró que la concentración de minerales en las hojas no fue diferente respecto al testigo ( $P \leq 0.05$ ), (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de XP-Amino, sobre la concentración de minerales en las hojas de jitomate Rafaello.

ELEMENTO NUTRIMIENTO	DOSIS (mg.L <sup>-1</sup> ) DE PBZ MAX				Fc-Ft	CV
	0.00	0.375	0.750	1.500		
Nitrógeno (%)	3.56 a	3.73 a	3.97 a	4.29 a	0.94- 0.51	11.87
Fósforo (%)	0.66 b	0.80 a	0.73 ab	0.69 ab	1.36- 0.40	10.08
Potasio (%)	3.53 ab	3.33 ab	2.98 b	4.24 a	3.88- 0.14	10.86
Calcio (%)	4.25 ab	5.07 a	4.82 ab	3.34 b	1.12- 0.42	10.56
Magnesio (%)	0.56 a	0.49 a	1.70 a	1.52 a	1.26- 0.42	74.13
Azufre (%)	0.90 ab	1.18 b	0.60 a	1.03 b	2.66- 0.22	22.78
Fierro (ppm)	125.0 a	104.0 a	118.5 a	95.0 a	1.22- 0.43	17.21
Zinc (ppm)	45.79 a	64.15 a	36.00 a	68.83 a	2.08- 0.28	28.16
Boro (ppm)	57.02 a	49.15 ab	41.00 b	61.00 a	2.97- 0.19	13.96
Cobre (ppm)	22.00 a	75.5 a	108.5 a	52.00 a	0.71- 0.60	95.25
Manganeso (ppm)	198.50 a	195.00 a	185.00 a	174.00 a	0.53- 0.69	11.33

Literales a, b, diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los tratamientos (Tukey 0.05). Fc= F Calculada, Ft= F de referencia.

## Rendimiento

### Número y Peso de Frutos Cosechados por Planta

Los datos que a continuación se presentan son resultado de la suma de 8 cortes y de 10 plantas por bloque o repetición.

Se encontró que la aplicación del producto, aumentó el número y peso de los frutos cosechados. Se observaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) respecto al testigo pero no entre las dosis (Cuadro 6). El mayor número de frutos se obtuvo a las dosis de  $0.375 \text{ L.ha}^{-1}$ , (cuadro 6), mientras que el mayor peso de frutos fue a la dosis de  $1.5 \text{ L.ha}^{-1}$ .

Cuadro 6. Efecto de la aplicación del XP-Amino, sobre el número y peso de frutos cosechados por planta en el cultivo de jitomate saladetteRafaello.

DOSIS ( $\text{L.ha}^{-1}$ ) DE XP-AMINO	FRUTOS COSECHADOS POR PLANTA	
	Numero	Peso gr
0.00	21.62 b	2533.75 b
0.375	25.90 a	2717.00 a
0.750	25.75 a	2897.00 a
1.500	24.79 a	2916.22 a
	Fc-Ft	6.47-0.01
	Coefficiente de Variación %	3.41-0.06 5.83

Literales a, b, diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los tratamientos (Tukey 0.05)

## Rendimiento

Se calculó multiplicando el rendimiento por planta, por el número de plantas en una hectárea. Con base en el marco de plantación utilizado para este estudio, la densidad de plantas por hectárea sería de 22,800 ton ha<sup>-1</sup>. Los resultados muestran diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ) en el rendimiento del cultivo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimiento por planta y extrapolación a toneladas por hectárea en plantas de tomate Rafaello tratadas con XP-Amino.

DOSIS DE XP-AMINO (L.ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento por Planta kg	Rendimiento por Hectárea ton
0.00	2.53 b	57.68
0.375	2.71 a	61.78
0.750	2.89 a	65.89
1.500	2.91 a	66.34
	Fc-Ft	3.41-0.06
	Coeficiente de Variación %	5.61-0.19 5.83

Literales a, b, diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los Tratamientos (Tukey 0.05)

## Calidad de Frutos

Determinado como peso promedio, diámetro polar y longitud de fruto. La aplicación del producto, a la dosis de 1.5 L.ha<sup>-1</sup>, aumentó el Diámetro y Longitud del fruto (Cuadro 8). Estos valores equivalen en la clasificación comercial a XL (Extra Large) o bien 100 a 105 frutos por caja de 25libras (CedralGreenhouse, 2012).

Cuadro 8. Efecto de la aplicación de XP-Amino, en el peso promedio, diámetro polar y ecuatorial del fruto de tomate Rafaello,

DOSIS (L.ha <sup>-1</sup> ) DE XP-AMINO	Peso Promedio de Fruto gr	Diámetro Polar mm	Longitud de Fruto mm
0.00	105.96	55.87	80.24
0.375	110.26	54.86	83.27
0.750	113.70	55.24	80.89
1.500	120.31	57.41	85.35
	Fc-Ft	3.41-0.06	2.33-0.09
	Coefficiente de Variación %	5.83	4.55
			3.11-0.03
			5.57

Literales a, b, diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los Tratamientos (Tukey 0.05)

### Sólidos solubles totales, pH y Firmeza

Los tratamientos con XP-Amino, no afectaron los sólidos totales, el pH y la firmeza del fruto (Cuadro 9\*). Respecto al color del fruto, no se apreciaron diferencias por que la cosecha se realizó cada 7 días. En promedio en el fruto de tomate Rafaello, el contenido de sólidos totales fue de 4.01 °brix 4.72 y una firmeza de 3.23 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados son similares a los reportados por Caseira y Aguilar (2008) para 3 cultivares de tomate cosechados a diferente grado de madurez.

Cuadro 9. Efecto del XP-amino sobre: Firmeza, Grados Brix y pH del fruto.

DOSIS DE AMINO (mg.L <sup>-1</sup> )	XP- SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES ° brix	pH	FIRMEZA Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	4.02 a	4.69 a	3.40 a
0.375	4.01 a	4.72 a	3.08 a
0.750	4.00 a	4.74 a	2.99 a
1.500	4.02 a	4.75 a	3.46 a
	Fc-Ft	0.05-0.98	1.47-0.24
	Coefficiente de Variación %	2.60	1.59
			0.39-0.76
			39.68

Literales a, b, diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística entre las medias de los tratamientos (Tukey 0.05)

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de XP-Amino propició un aumento de frutos cuajados por racimo, el desarrollo de las hojas, el número de frutos cosechados por racimo, el peso promedio de los frutos y el rendimiento del cultivo de tomate Saladette var. Rafaello.

## BIBLIOGRAFIA

**Ahern Seeds**, 2013. Catálogo de productos. Disponible en [www.ahernseed.com](http://www.ahernseed.com)

**Casierra-Posada Fanor.** y Óscar E. Aguilar-Avedaño. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. Agron. colomb. vol.26 no.2 Bogotá July/Dec. 2008.

**Chen Y.** and Aviad, T. 1990. ASA, SSSAJ. p 161. Madison Wisconsin, U.S.A.

**Consuelo, H.;** Nelia, C., 1991. Horticultura. Edición Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. Pág.193.

**DOF** (Diario Oficial de la Federación), 2000. Norma Oficial Mexicana NOM 077 FITO-2000. Publicación mensual. 11 de abril del 2000. México. DF., disponible en: <http://vlex.com.mx/vid/efectividad-biologica-insumos-vegetal-27907019>. Citado el 7 de octubre del 2010.

**DOF** (Diario Oficial de la Federación), 2011. Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-077-FITO-2000, Por la que se establecen los requisitos y especificaciones para la realización de estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal. Publicación mensual. 19 de diciembre del 2011. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/?doc=713>. Consultado en febrero del 2014.

**Esau K.** 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Editorial. Hemisferio Sur. Buenos Aires.p.8-19 y 423-464.

**Esquinas-Alcázar, J.** y Nuez , F. (1995). Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. El cultivo del tomate(ed). Madrid, Mundi-Prensa: 13-42.

**Hernando A.** Pabón 2006. Los aminoácidos libres una clase de bioactivadores. (En línea) <http://www.adn.com.co/html/noticias/noticias.php?pId=80>. Consulta: octubre 2014

**Jose M.** Maraculla, Felix M. Goñi 1994. Bioquímica humana: cursos básicos. Reverte. España. P 101

**Kamara, K. A.** 2000. Catalogo de productos Intrakam. S.A. de C.V. Saltillo, Coahuila, Mexico.

**La Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos A.C. 2013** (UMFFAAC).

**Lopez-Bucio, J.,** Nieto-Jacobo, M. F., Ramirez-Rodriguez, V., Herrera-estrellas, L. 2000. Organic acid metabolism in plants: From adaptative Physiology to transgenic varieties for cultivation in extreme soils. p 160. Madison. Wisconsin, U.S.A.

**López G. E.**, 2001. Comparación de tres reacciones de NK en tomate con acolchado y fertirrigación. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila, México.

**Massonneau, A.,** Langlade, N., Leon, S., Smutry, J., Vogt, E., Neumann, G., Martinoa, E. 2001. Metabolic changes associated with cluster root development in white lupin (*Lupinus albus* L.): relationship between organic acid excretion, sucrose metabolism and energy status. p 534

**NOM 077- Fito-2000.** Norma Oficial Mexicana por la que se establecen los requisitos y especificaciones para la realización de efectividad Biológica de los Insumos de nutrición vegetal. <http://www.senasica.gob.mx/?doc=713>

**Olimpia G.; Casanova A.; Laterrot H.; Anais 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.

**Paola Michitte,** 2005. Nutrición vegetal: Aminoácidos. Laboratorios ECONATUR.

**Peter H. Raven,** Ray F. Evert, Susan E. Eichhorn 1991. Biología de las plantas, Volumen II. Reverte. España. p. 528

**Phytorganic,** 2014. Aminoácidos en la Agricultura. Disponible en: <http://www.phytorganic.com.mx/Page.asp?Id=35>. Consultado agosto 2014.

**SAGARPA 2010.** Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>

**Sandoval, R. A.** 2013. Nutrición de Tomate. Manual de Fertilización de Tomate. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

**Siap.** 2012. Sistema de información agroalimentaria y pesquera <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>.

**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, número 003. Chapingo, México. p. 201-207.