

CRIA Occidente

Cadena de Tomate

“Efecto de aplicaciones de ácido salicílico en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero en dos localidades del altiplano del Departamento de San Marcos, Guatemala”



Plutarco Emanuel Morales González
Estuardo Roberto Gonzáles Hernández

San Marcos, Septiembre de 2018

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan

Contenido

1	Introducción	1
2	Definición del problema	2
3	Justificación	3
4	Marco teórico	4
4.1	<i>Aspectos taxonómicos</i>	4
4.2	<i>Importancia del cultivo de tomate en Guatemala</i>	4
4.3	<i>Antecedentes del uso del AS en la agricultura de Guatemala</i>	4
4.4	<i>Antecedentes del uso del AS</i>	4
4.5	<i>Reguladores de crecimiento</i>	5
4.6	<i>Ácido salicílico (AS)</i>	6
4.6.1	Generalidades.....	6
4.6.2	Biosíntesis del AS.....	6
4.6.3	Papel de los salicilatos en las plantas.....	6
4.6.4	Efecto de los salicilatos en las plantas.....	6
4.6.4.1	Efecto positivo de AS en la fisiología del estrés.....	7
4.6.4.2	Efecto positivo de AS en el sistema radicular.....	7
4.6.4.3	Efecto positivo de AS en la producción de biomasa.....	7
4.6.4.4	Efecto positivo de AS sobre la floración.....	8
4.7	<i>Rentabilidad</i>	8
4.7.1	Métodos de estimación de la rentabilidad.....	8
4.7.1.1	Tasa de retorno sobre la inversión original (Iroi).....	9
5	Objetivos	10
5.1	<i>General</i>	10
5.2	<i>Específicos</i>	10
6	Hipótesis	10
7	Marco Referencial	11
7.1	<i>Localidad y época</i>	11
7.1.1	Esquipulas Palo Gordo.....	11
7.1.1.1	Extensión.....	11
7.1.1.2	Vías de acceso.....	11
7.1.1.3	Clima.....	11
7.1.1.4	Precipitación pluvial.....	11
7.1.2	Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos.....	11

7.1.2.1	Clima.....	11
7.1.2.2	Precipitación pluvial	11
7.1.2.3	Vía de acceso	11
8	Metodología.....	13
8.1	<i>Métodos</i>	13
8.1.1	Método de la investigación.....	13
8.1.2	Método para el análisis económico	13
8.2	<i>Diseño experimental</i>	13
8.3	<i>Tratamientos</i>	13
8.4	<i>Tamaño de la unidad experimental</i>	13
8.5	<i>Modelo estadístico</i>	14
8.6	<i>Variables de respuesta</i>	15
8.7	<i>Análisis de la información</i>	15
8.8	<i>Manejo del experimento</i>	15
8.8.1	Solicitud de pilones:	16
8.8.2	Aplicación de AS.....	16
8.8.3	Toma de muestras para análisis de suelo:.....	16
8.8.4	Preparación del terreno:.....	16
8.8.5	Trasplante	16
8.8.6	Tutorado	17
8.8.7	Podas de brotes axilares.....	17
8.8.8	Fertilización	17
8.8.9	Riego.....	17
8.8.10	Control de plagas.....	17
8.8.11	Control de enfermedades	17
8.8.12	Control de malezas.	17
8.8.13	Cosecha.....	18
8.8.14	Toma de datos.....	18
9	Análisis y discusión de resultados	19
9.1	<i>Localidad No. 1 Esquipulas Palo Gordo, Departamento de San Marcos</i>	19
9.1.1	Altura de planta	19
9.1.2	Diámetro del tallo	20
9.1.3	Numero de racimos por planta.....	21
9.1.4	Numero de flores por racimo.....	22
9.1.5	Número de frutos por racimo	23
9.1.6	Diámetro del fruto	24
9.1.7	Peso de fruto	24
9.1.8	Rendimiento por planta	27
9.1.9	Rendimiento por hectárea.....	28
9.1.10	Análisis de correlación	28
9.1.11	Rentabilidad.....	29

9.2	<i>Localidad No. 2 San José Las Islas, San Marcos, Departamento de San Marcos</i>	31
9.2.1	Altura de planta	31
9.2.2	Diámetro del tallo	32
9.2.3	Numero de racimos por planta.....	33
9.2.4	Número de flores por racimo.....	34
9.2.5	Número de frutos por racimo	34
9.2.6	Diámetro del fruto	36
9.2.7	Peso por fruto	37
9.2.8	Rendimiento por planta	39
9.2.9	Rendimiento por hectárea.....	39
9.2.10	Análisis de correlación	40
9.2.11	Rentabilidad.....	41
10	Conclusiones.....	44
11	Recomendaciones.....	45
12	Referencias bibliográficas.....	46
Anexos	48

Lista de siglas y acrónimos

AS	Ácido Salicílico
CRIA	Consortio Regional de Investigación Agropecuaria
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura
M	Molar
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
mM	Milimolar
RAS	resistencia adquirida y sistémica de las plantas
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	United States Department of Agriculture / Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Resumen

Se realizaron aplicaciones de ácido salicílico (AS) a los 7, 14 y 21 días después del trasplante a plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) indeterminado híbrido Blindado F1; las concentraciones de AS que se aplicaron fueron 10^{-5} molar (M), 10^{-6} M, 10^{-7} M, 10^{-8} M y sin ninguna aplicación como testigo. La investigación se realizó en Aldea San José Las Islas, San Marcos y Esquipulas Palo Gordo, del municipio de Esquipulas Palo Gordo. La aplicación de AS mostró tener un efecto sobre el comportamiento de las plantas, haciéndolas producir una mayor cantidad de frutos y por lo tanto una mayor producción, estadísticamente hubo diferencia significativa para las variables frutos por racimo, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea. El tratamiento 10^{-5} M tuvo una producción de $401,789.34 \text{ kg.Ha}^{-1}$ (40.18 kg/m^2) representando un incremento de 72% con respecto al testigo en Esquipulas Palo Gordo; en San José Las Islas, el tratamientos 10^{-5} M obtuvo un rendimiento de $356,661.03 \text{ kg.Ha}^{-1}$ (35.67 kg/m^2) representando un incremento de 91% con respecto al testigo. El tratamiento 10^{-5} M mostró tener la mayor tasa de retorno en ambas localidades, Esquipulas Palo Gordo 263.43 y San José Las Islas 233.84, la ganancia neta por metro cuadrado de producción fue de Q137.10, el testigo produjo una ganancia de Q46.10 en Esquipulas Palo Gordo. En San José Las Islas las ganancias ascendieron a Q112.28 por metro cuadrado de producción, en tanto que el testigo obtuvo una ganancia de Q20.85.

Summary

Applications of salicylic acid (SA) were made at 7, 14 and 21 days after transplantation to indeterminate hybrid tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) Blindado F1; the concentrations of ace that were applied were 10^{-5} molar (M), 10^{-6} M, 10^{-7} M, 10^{-8} M and without any application as a control. The research was carried out in San José Las Islas, San Marcos and Esquipulas Palo Gordo, Esquipulas Palo Gordo. The application of AS showed to have an effect on the behavior of plants, producing a greater amount of fruits and therefore a larger production, statistically there was different for the variables fruits per bunch, yield per plant and yield per hectare. The 10^{-5} M treatment had a production of 401,789.34 kg.Ha⁻¹ (40.18 kg / m²) representing an increase of 72% with respect to the control in Esquipulas Palo Gordo; in San José Las Islas, the 10^{-5} M treatment obtained a yield of 356,661.03 kg.Ha⁻¹ (35.67 kg / m²) representing an increase of 91% with respect to the control. The 10^{-5} M treatment showed the highest rate of return in both locations, Esquipulas Palo Gordo 263.43 and San José Las Islas 233.84, the net gain per square meter of production was Q137.10, the control produced a gain of Q46.10 in Esquipulas Palo Gordo. In San José Las Islas the gains amounted to Q112.28 per square meter of production, while the control obtained a profit of Q20.85.

1 Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una hortaliza consumida en todo el mundo. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. En Guatemala, es una de las hortalizas más importantes de mayor producción y consumo, debido a que forma parte de la dieta alimenticia de los guatemaltecos por su sabor y alto valor nutritivo, conteniendo cantidades considerables de vitaminas y minerales.

El tomate en Guatemala ha alcanzado niveles intermedios de tecnología, cultivándose a lo largo del año tanto en temporada de lluvia como en temporada seca, el uso de estructuras como invernaderos, permite a los agricultores obtener cosechas por un periodo prolongado, durante épocas donde no es factible efectuarse, así como la obtención de mayor rendimiento y mejor calidad de fruto. También se incluye la implementación de variedades mejoradas genéticamente, resistentes a problemas fitosanitarios como, hongos, bacterias y virus. A pesar de las tecnologías utilizadas, no son los suficientes para tener una mejor eficiencia productiva.

El ácido salicílico (AS) es uno de los numerosos compuestos fenólicos que está presente en las plantas, pertenece al grupo de los salicilatos, cuya característica química los relaciona por presentar el radical 2-hidroxibenzoico, como el ácido acetilsalicílico y el metilo de ácido salicílico (Weissman, 1991; Klessig y Malamy, 1994), tiene propiedades benéficas en el sistema radicular, tallo, hojas, flores, frutos y reduce la incidencia de enfermedades al ser promotor de la resistencia adquirida y sistémica de las plantas (RAS).

En Guatemala, PagliaraValz (2014) realizó una evaluación de métodos alternativos para el control del mildiu polvoriento (*Sphaerotheca pannosa*) en el cultivo de rosa utilizando dentro de sus tratamientos el AS en dosis de 1, 2 y 4 gramos por litro de agua.

Los objetivos de la investigación fueron, determinar el efecto de aplicaciones de AS en el crecimiento de la planta y producción de frutos del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, evaluar el crecimiento en altura, diámetro de tallo, racimos por planta, flores por racimo, frutos por racimo, diámetro y peso de frutos, rendimiento por planta, rendimiento por hectárea y determinar la dosis de AS que produzca la rentabilidad más alta.

La investigación se realizó en dos localidades, en Aldea San José las Islas, del Municipio de San Marcos, en la cabecera municipal del municipio de Esquipulas Palo Gordo, ambos del departamento de San Marcos. Se utilizó el diseño experimental totalmente irrestricto al azar en el cual se evaluaron cuatro tratamientos los cuales son 10^{-5} M, 10^{-6} M, 10^{-7} M y 10^{-8} M y un testigo al cual no se le aplicó ningún tratamiento. Se utilizó el tomate híbrido indeterminado Blindado F1. Las variables que se evaluaron fueron, altura de planta, diámetro de tallo, racimos por planta, flores por racimo, frutos por racimo, diámetro de fruto, peso de fruto, rendimiento por planta y por hectárea y rentabilidad. Finalmente se realizó un análisis de varianza, comparación de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$) y análisis de correlación, esto se realizó con el paquete estadístico INFOSTAT.

2 Definición del problema

La Agricultura en Guatemala ha evolucionado debido a la demanda de alimentos en el mercado nacional e internacional. Por ello, el sector hortícola está cambiando su sistema de producción, que va en función de generar nuevas tecnologías y sistemas de producción que garanticen la rentabilidad de los cultivos (MAGA, 2014).

El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA, 2014) indica que en Guatemala el tomate es una de las hortalizas de mayor consumo; siendo importante en la dieta alimenticia de los guatemaltecos por su sabor y alto valor nutritivo y que durante el año 2014, la cosecha de tomate alcanzó los 7,123,700 quintales en una superficie de 9,014.52 hectáreas, y debido a su importancia económica, se encuentra relacionada directa o indirectamente con la fuente de empleo para un número considerable de familias guatemaltecas.

Según el Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA), en su diagnóstico de la cadena de valor del cultivo de tomate que realizó en el territorio de Quetzaltenango, Huehuetenango y San Marcos, determinó que la baja productividad en el cultivo de tomate en la región de occidente, es por los altos costos de producción, existe baja rentabilidad y competitividad debido que no se cuenta con programas de investigación de apoyo, el diseño de la infraestructura actual para la producción de tomate aún no reúne las condiciones y requerimientos necesarios, el uso de productos amigables con el ambiente aún es caro siendo poco accesible a los productores, y que además que existe falta de tecnologías apropiadas en la producción de este cultivo.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA, 2010) indica que la producción de tomate bajo condiciones de invernadero es una buena opción tecnológica para los pequeños productores de Guatemala. La Universidad del Valle de Guatemala señala que los rendimientos en invernaderos de baja tecnología son de 136 toneladas por hectárea de tomate aproximadamente, de primera y segunda calidad. Ponce (2013) reporta que en México, para invernaderos de nivel medio de tecnología, los rendimientos de tomate se encuentran de 200-250 toneladas por hectárea y hasta 600 toneladas por hectárea en invernaderos de alta tecnología.

El consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA), menciona que la utilización de fitohormonas para el incremento del rendimiento es una nueva alternativa tecnológica para los productores de tomate en nuestra región.

En Guatemala se reporta solamente una investigación sobre los efectos del AS en la agricultura de nuestro país, siendo la investigación de Pagliara Valz (2014) en la cual realizó una evaluación de métodos alternativos para el control del mildiu polvoriento (*Sphaerotheca pannosa*) en el cultivo de rosa, en la cual utilizó el AS para activar el Sistema de Resistencia Adquirida (RAS).

Las pocas referencias indican la falta de información e investigación referente a los efectos que el AS como regulador de crecimiento pueda tener en la producción del cultivo de tomate. Por lo tanto surge la siguiente pregunta **¿Cómo impacta en la producción final las aplicaciones de AS en bajas concentraciones en el cultivo de tomate en dos localidades del altiplano del departamento de San Marcos Guatemala?**

3 Justificación

El tomate (*S. lycopersicum*) es un cultivo de gran importancia para la población Guatemalteca debido a su sabor y alto contenido de minerales, antioxidantes y vitamina A, B y C, además, posee pocas calorías y grasas, ideal para mantener una dieta balanceada a bajo costo, propicio para familias de escasos recursos (MAGA, 2007).

La producción de tomate a nivel nacional se encuentra distribuida en los departamentos de Jutiapa 20%, Baja Verapaz 20%, Chiquimula 11%, Guatemala 8%, Zacapa 7%, El Progreso 6%, Alta Verapaz 6%, Jalapa 5%. (MAGA, 2007)

El Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria (CRIA, 2016) indica que la producción de tomate en occidente no cubre la demanda del mercado local, a causa de la baja productividad del cultivo y que para el departamento de San Marcos en la actualidad, no existe una organización regional o departamental de apoyo en la producción de tomate, ya que es mínima y representa menos del 17% de la producción nacional, por lo cual, propone el uso de fitohormonas para ayudar a aumentar la producción del cultivo de tomate en el departamento de San Marcos.

A pesar de las tecnologías utilizadas en este cultivo los rendimientos no son los suficientes para cubrir la demanda actual del producto, debido a problemas fitosanitarios, instalaciones inapropiadas de siembra, uso inapropiado de plaguicidas entre otros, son algunos factores que influyen en el bajo rendimiento de las cosechas.

En la actualidad el uso de los reguladores de crecimiento en el desarrollo de la agricultura es uno de los factores clave en el aumento de la productividad. El AS es un componente reconocido como una hormona vegetal (Raskin, 1992). Dentro de los papeles fisiológicos que se le atribuyen se encuentra la inducción de crecimiento de las plantas, inducción a la floración, resistencia y tolerancia al estrés y aumento en rendimiento de frutos en las plantas (Janda, et al, 2007).

Por lo que es necesario investigar sobre nuevas tecnologías para obtener mejores resultados en el rendimiento de las cosechas en el altiplano del departamento de San Marcos.

Se propone investigar los efectos del AS como fitohormona ya que es un producto que no se necesita de grandes cantidades para observar sus efectos, es de fácil aplicación, no representa ningún riesgo para el productor que los aplique y no causa ningún efecto perjudicial al ambiente como los insecticidas o fungicidas que tienen grandes repercusiones en la biodiversidad del agroecosistema.

Por lo anterior, se debe de evaluar el efecto del AS en el cultivo del tomate en el altiplano guatemalteco en parámetros de crecimiento y producción del cultivo de tomate.

4 Marco teórico

4.1 Aspectos taxonómicos

Perteneciente a la familia de las solanáceas, es originario de la América andina, pero fue en México donde se adaptó para el cultivo, y posteriormente fue llevado por españoles y portugueses al resto del mundo (MAGA 2014). Perteneció al género *Solanum* y la especie es *S. lycopersicum* L. (ICTA 2011).

4.2 Importancia del cultivo de tomate en Guatemala

La Unidad de Políticas e Investigación Estratégica (UPIE) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) informa que para el año 2007 en Guatemala se cultivaron 7,058 hectáreas con una producción de 285,764 toneladas métricas.

El tomate que se produce en Guatemala, se destina principalmente para el mercado nacional, ya que en el año 2007 el Banco de Guatemala (BANGUAT) reporta exportaciones por una cantidad de 17,482 toneladas métricas, que solo constituyen el cinco por ciento de la producción.

El consumo per cápita anual aparente en Guatemala, según la información del BANGUAT y el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 21.13 kilogramos. Por lo que se considera que es uno de los vegetales que en mayor cantidad se consume en Guatemala, tanto en el área urbana como en el área rural.

La producción de tomate bajo condiciones de invernadero es una actividad que crece continuamente. Ya que las producciones a campo abierta han disminuido por la presencia de insectos y enfermedades. Así mismo, se ha abierto un nuevo frente de comercialización, al iniciarse las exportaciones de tomate manzano producido en invernadero hacia el mercado de los Estados Unidos en el año 2,006 (ICTA 2011).

Según datos del MAGA (2014) el área cosechada de tomate fue de 12,900 manzanas (9,014.52 Ha.) y la cosecha fue de 7,123,700 quintales para un rendimiento de 552.22 quintales por manzana (cifras estimadas).

4.3 Antecedentes del uso del AS en la agricultura de Guatemala

Pagliara Valz (2014) realizó una investigación en Tecpán Guatemala en el departamento de Chimaltenango para el control de mildiu polvoriento (*Sphaerotheca pannosa*) en el cultivo de rosa utilizando dentro de sus tratamientos el AS en dosis de 1, 2 y 4 gramos por litro de agua. Teniendo como resultado una menor severidad de cenicilla utilizando AS en dosis de 2 g/l, además obtuvo una tasa de retorno marginal de 7.79 con el mismo tratamiento.

4.4 Antecedentes del uso del AS

Anchondo-Aguilar et al. (s.f) realizando aplicaciones de AS en plantas de fresa logró estimular el proceso de floración, incrementó la altura de la planta, el número de hojas y frutos en relación con el testigo. Ocho semanas después de las aplicaciones de AS, en plantas control había un promedio de 1.5 frutos.planta⁻¹, mientras que en las plantas tratadas con 0.0001 µM incrementó en promedio a 5.1 frutos.planta⁻¹.

May Pat (2005) determinó el efecto de AS en el crecimiento de la planta y producción de frutos de chile habanero (*Capsicum chinense*, Jacq.) en invernadero, obteniendo incremento en la altura de plantas de hasta un 12%, un incremento de hasta 23% en el diámetro de las plantas, el número de frutos por planta se incrementó hasta un 26%; además el AS indujo precocidad en el cultivo al obtener una producción de 3.45 ton.Ha⁻¹ mientras que el testigo solo produjo 1.83 ton.Ha⁻¹ en el corte 1, lo cual representa un incremento del 88% mayor que el testigo.

Ramírez (2012) evaluó el efecto del AS en el crecimiento y desarrollo de un cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Forhook) observando que el AS favoreció satisfactoriamente el crecimiento y desarrollo de un cultivo de acelga, pues incrementó la parte cosechable.

Larqué-Saavedra et al. (s.f.) asperjó concentraciones bajas de AS a plántulas de tomate para estimar su efecto en la altura, el área foliar, el peso fresco y seco del vástago, así como la longitud, el perímetro y el área de la raíz. Dándole como resultado un incremento en la longitud de la raíz de hasta 43%, 14.8% en el tamaño del tallo y 38.6% el área foliar en comparación con el control.

Así mismo Larqué-Saavedra et al. (2009) realizó en Campeche una investigación en la cual evaluó el efecto del AS en el crecimiento y la bioproductividad de chile habanero y de tomate, teniendo como resultado un incremento de la producción de hasta 30% en chile habanero y 20% en tomate.

Rodríguez Larramendi et al. (2008) realizó un experimento para estudiar el efecto fisiológico de las aplicaciones de bajas concentraciones de AS en semillas de tomate, los resultados que obtuvo demostraron que las plantas provenientes de semillas tratadas con AS desarrollaron mayor área foliar y biomasa de hojas, tallo y raíz. Además las plantas produjeron mayor cantidad de ramas secundarias y el número de racimos por planta y flores por planta fue superior.

Javaheri et al. (2011) en el centro de investigación de Shirvan Agricultural Faculty de Irán estudió los efectos del AS en tomate, teniendo como resultados un aumento en la acumulación de biomasa lo cual lo condujo a una mayor productividad, así como el contenido de licopeno, vitamina C y los grados Brix del fruto.

4.5 Reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento, son compuestos orgánicos naturales, que en pequeñas cantidades pueden fomentar, inhibir o modificar el crecimiento de las plantas lo cual hace que estas ejerzan una profunda influencia en los procesos fisiológicos (Cossio 2013).

Según su naturaleza los reguladores de crecimiento se pueden clasificar en hormonas naturales, aquellas que se encuentran en los vegetales y los reguladores sintéticos, aquellos obtenidos por síntesis química (Cossio 2013).

Otra clasificación puede ser de acuerdo a su acción en la planta: los que fomentan el crecimiento (promotores), inhibidores de crecimiento (inhibidores) y los que retardan (retardantes) (Cossio 2013).

Jankiewicz, citado por May (2005) indica que los reguladores de crecimiento se han clasificado en cinco grupos: auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscisico y etileno.

Actualmente hay otras sustancias que se clasifican como reguladores de crecimiento vegetal, tal es el caso del ácido jasmonico, compuestos fenólicos y ácido salicílico.

4.6 Ácido salicílico (AS)

4.6.1 Generalidades

El AS pertenece a un grupo diverso de compuestos fenólicos vegetales, un fenol se define como una sustancia que posee un anillo aromático y que lleva un grupo hidroxilo o su derivado funcional. Los fenólicos vegetales han sido a menudo referidos como metabolitos secundarios. El término "secundario" se refiere a que estos compuestos son de menor importancia para la planta y, a veces pueden compararse a los productos de desecho. Esto ha ido cambiando debido a que muchos compuestos fenólicos juegan un papel esencial en la regulación del crecimiento de las plantas, el desarrollo, y la interacción con otros organismos (Raskin 1992).

Por ejemplo, los compuestos fenólicos son esenciales para la biosíntesis de la lignina, un importante componente estructural de las paredes celulares de las plantas. Además, los compuestos fenólicos, como las fitoalexinas, se han asociado con las defensas químicas de las plantas contra los microbios, insectos y herbívoros (Raskin 1992).

El AS es un polvo cristalino que funde a 157-159 °C. Es moderadamente soluble en agua y muy soluble en disolventes orgánicos polares. El pH de una solución acuosa saturada de AS es 2.4 (Raskin 1992).

Weissman citado por May (2005) indica que la característica química del AS es la presencia del radical 2-hidroxibenzoico.

Cleland y Ajami, citado por May (2005) indican que el AS se produce en hojas jóvenes, meristemos florales y vegetativos y se transporta por el floema.

4.6.2 Biosíntesis del AS

El mecanismo más importante para la formación de ácidos benzoicos en plantas, es la degradación de la cadena lateral de los ácidos cinámicos, los cuales son importantes intermediarios en la ruta del ácido shikímico (Raskin 1992).

4.6.3 Papel de los salicilatos en las plantas

El AS, es una hormona vegetal de origen natural que actúa como molécula de señalización que contribuye a la tolerancia a estreses abióticos. También tiene efectos en el crecimiento, la absorción de iones y su transporte. Otro efecto en el cual también está implicado es en la señalización endógena para desencadenar defensas de la planta contra patógenos. Se puede atribuir este efecto debido al aumento en la asimilación de CO₂, la tasa de fotosíntesis y el aumento de la abolición de minerales (Rigi 2014).

4.6.4 Efecto de los salicilatos en las plantas

De acuerdo con Martin et al. (2013) Desde principios de 1970, la investigación y el desarrollo en curso se ha llevado a cabo sobre cuatro contribuciones básicas que se pueden destacar para apoyar la premisa de que AS tiene potencial en la producción de alimentos.

4.6.4.1 Efecto positivo de AS en la fisiología del estrés

La primera se refiere a 1978, cuando se propuso que la aplicación de aspirina en plántulas de frijol tendría un efecto sobre el estado hídrico de la planta, un hecho que fue confirmado en ensayos biológicos específicos llevados a cabo con estomas usando el bioensayo de tiras de epidermis de *Commelina communis* (Larqué -Saavedra 1978, 1979).

La noticia fue dada por la cobertura de la prensa internacional, en cuyos informes se indica que la aspirina podría ser utilizado para salvar los cultivos en condiciones de estrés por sequía (The Times 1978). Esta indicación, en el sentido de que los salicilatos tenían el potencial para participar en la fisiología de las plantas sometidas a estrés, más tarde se demostró por varios autores a partir de entonces (Shimakawa et al. 2012).

4.6.4.2 Efecto positivo de AS en el sistema radicular

La segunda observación fue cuando se detectó que AS favoreció el crecimiento del sistema radicular de las plantas (Gutiérrez-Coronado et al., 1998). Este efecto se estimó mediante la aplicación de salicilatos a las plantas intactas las semillas de soja, y más tarde fue validado en otras plantas. El descubrimiento fue confirmado mediante el bioensayo de raíces transformadas de *Catharantus roseus*, en la que las concentraciones en los niveles micromolar, nanomolares y femtomolares fueron suficientes para estimular el crecimiento de las raíces y la diferenciación de raíces secundarias (Echevarría-Machado et al., 2007). Este avance fue de gran importancia científica, ya que demostró la sensibilidad del tejido de la planta a la aplicación de bajas concentraciones de salicilatos.

Por otra parte, ya se ha publicado que un micromol o menos es suficiente para favorecer el crecimiento de raíces, como en *Pinus patula* donde las concentraciones de 1,0 y 0,01 μM aumentaron el crecimiento de raíces por 33% y 30%, respectivamente (San-Miguel et al. 2003), mientras que en *Chrysanthemum* una concentración de 0.01 μM de AS aumentó el peso de la raíz seca de manera significativa (Villanueva-Couoh et al. 2009). El peso de la raíz en seco también se vio favorecido por la aplicación de 1,0 μM o menos en el tabaco y el algodón (Gutiérrez-Coronado et al. 1998).

Este descubrimiento es importante porque fue posible demostrar que AS afectó el crecimiento de uno de los órganos más importantes que determinan la productividad de las plantas, ya que en general se acepta que una de las funciones principales del sistema radicular es extraer el agua y los nutrientes del suelo y transportarlos a las partes aéreas de la planta (Sperry et al. 2002). Una gran cantidad de trabajos se ha hecho para el desarrollo de material genético de plantas con raíces más grandes para fines agrícolas, cuando la producción es el objetivo principal. Los sistemas radiculares más grandes y más vigorosos contribuirán a la mejora de los cultivos o plantas hortícolas (Bucher 2002).

4.6.4.3 Efecto positivo de AS en la producción de biomasa

Una tercera contribución, como resultado de la observación de que las plántulas rociadas con AS mostraron un mayor vigor en comparación con las plantas de control. En el caso de papaya, por ejemplo, bajas concentraciones de AS aumentaron la altura y el diámetro del tallo. Los aumentos de 10% en la altura y 3,5% en el diámetro se obtuvieron con aplicaciones picomolares del producto.

Este efecto se ha informado anteriormente, lo que indica una mayor acumulación de biomasa en el caso de Clitoria (Martin-Mex y Larqué-Saavedra 2001), y en Gloxinia, violeta y *Tagetes erecta* (Larqué-Saavedra y Martín-Mex 2007; Sandoval-Yepiz 2004).

Recientemente, en otra serie de experimentos con trigo, Hernández-Cervantes (datos no publicados) demostró que el índice de cosecha se incrementó en 32% en comparación con el control, como un efecto de la aplicación de 1,0 μM de AS. El mismo efecto de aumento de la biomasa por AS se informó para el crisantemo y el tomate. (Martin et al. 2013)

4.6.4.4 Efecto positivo de AS sobre la floración

La cuarta observación es en relación con el impacto de AS en la floración en plantas ornamentales; en 1974, los estudios de Clealand y Ajami demostraron que la aplicación de AS inducía la floración en *Lemna gibba*, e indicaron que esto sustituyó los requerimientos de fotoperiodo. Desde entonces, numerosos experimentos se han llevado a cabo demostrando el efecto de AS en plantas tales como *Arabidopsis*. Desde principios del año 2000, su grupo ha demostrado que, en plantas ornamentales desarrolladas en macetas, como violeta (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) (Martin-Mex et al., 2005) *Chrysanthemum morifolium* (Villanueva-Couoh et al. 2009) *Petunia* (Martín-Mex et al., 2010) y *Gloxinia* (*Sinningia speciosa* Benth.) (Datos no publicados). El AS indujo en estas especies el producir significativamente más flores por planta.

El impacto económico de estos resultados en la floricultura comercial podría ser bastante significativo (Martin et al. 2013).

Estas cuatro categorías de efectos reportados para AS, como resultado de los ensayos continuos llevados a cabo en todos los niveles; laboratorio, invernadero y campo, motivaron la propuesta para probar AS para aumentar la productividad de las especies alimenticias que son de particular importancia para los seres humanos, tales como los productos hortícolas y cereales (Martin et al. 2013).

4.7 Rentabilidad

La palabra "rentabilidad" es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas. En general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales (V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultado el beneficio bruto (BB) de la compañía. (FAO 1998)

4.7.1 Métodos de estimación de la rentabilidad

Según la FAO (1998) los métodos más comunes de evaluación de rentabilidad son:

- Tasa de retorno sobre la inversión original (iROI).
- Tasa de retorno sobre la inversión promedio (iRIP)
- Valor presente (VP)
- Tasa interna de retorno \otimes .

- Tiempo de repago (nR)

4.7.1.1 Tasa de retorno sobre la inversión original (Iroi)

En estudios de ingeniería económica, la tasa de retorno sobre la inversión es expresada normalmente como un porcentaje. El beneficio neto anual dividido por la inversión total inicial representa la fracción que, multiplicada por 100, es conocida como retorno porcentual sobre la inversión.

Este método da "valores puntuales" que son aplicables a un año en particular o para algún año "promedio" elegido. No tienen en cuenta la inflación, ni el valor temporal del dinero. (FAO 1998)

$$i_{ROI} = \frac{BN_p}{I_t}$$

Siendo:

i_{ROI} = Tasa de retorno sobre la inversión original

BN_p = Beneficio neto

I_t = Inversión total

5 Objetivos

5.1 General

Determinar el efecto de aplicaciones de ácido salicílico en el crecimiento de la planta y producción de frutos del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero.

5.2 Específicos

Evaluar el crecimiento en altura, diámetro de la planta, número de flores, número de racimos y número de frutos por racimo y diámetro del fruto por acción del ácido salicílico.

Evaluar el rendimiento de frutos de tomate por respuesta de la aplicación de ácido salicílico.

Determinar la dosis de ácido salicílico que produzca la rentabilidad más alta.

6 Hipótesis

Ha. 1 Estadísticamente la aplicación de ácido salicílico aumentara el rendimiento, peso por fruto, altura de la planta, diámetro del tallo, numero de flores, diámetro de fruto, numero de frutos por racimo y numero de racimos al ser aplicado en plantas de tomate bajo condiciones de invernadero.

Ha. 2 Al menos en una de las localidades el rendimiento del cultivo de tomate aumentará por las aplicaciones de ácido salicílico.

Ha. 3 Al menos una de las dosis de ácido salicílico 10-5 M, 10-6 M, 10-7 M, 10-8 M presentará diferencia significativa en cuanto al rendimiento de frutos de tomate.

7 Marco Referencial

7.1 Localidad y época

7.1.1 Esquipulas Palo Gordo

El municipio de Esquipulas Palo Gordo está ubicado en el departamento de San Marcos, pertenece a la Región VI. A 7 Km. De la cabecera Departamental de San Marcos. A una altitud de 2,474.56 metros sobre el nivel del mar, Las coordenadas son: latitud norte de 14° 56' 27", y longitud Oeste 91° 49' 36".

7.1.1.1 Extensión

El municipio de Esquipulas Palo Gordo cuenta con una extensión territorial de 21 kilómetros cuadrados divididos en cinco aldeas, diez caseríos, una finca, un cantón y un paraje.

7.1.1.2 Vías de acceso

El Municipio cuenta con dos vías de acceso asfaltadas, una que conduce a la costa marquense a una distancia de 7 kilómetros de la cabecera Departamental de San Marcos y otra de 5 kilómetros de distancia por la vía del Hospital Nacional de San Marcos.

7.1.1.3 Clima

El clima es frío y cuenta con temperaturas muy bajas que oscilan entre 5° C mínimo, y 20° C máximo, con extremos de -4° C en los meses de diciembre y enero.

7.1.1.4 Precipitación pluvial

Cuenta con una precipitación entre 1,250 y 1,500 mm anuales distribuidos entre los meses de mayo a octubre.

7.1.2 Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos

La aldea San José Las Islas está ubicada en el municipio de San Marcos. Sus coordenadas son latitud norte 14° 55' 0" y longitud oeste 91° 47' 59". Ubicada a 8 Kilómetros de la cabecera municipal de San Marcos.

7.1.2.1 Clima

El clima es frío, posee una temperatura mínima promedio de 6.8° C y una temperatura máxima promedio de 19.1° C, su temperatura promedio es de 12.9° C.

7.1.2.2 Precipitación pluvial

Los meses de mayor precipitación pluvial son de mayo a octubre, la precipitación promedio anual es de 1853 mm.

7.1.2.3 Vía de acceso

La carretera que conduce a la aldea es de terracería transitable todo el año aunque en los meses de invierno es un poco más difícil. Para llegar a ella se sigue la carretera del Hospital Nacional de San Marcos, pasando por la aldea El Recreo rumbo a la cabecera municipal de

Esquipulas Palo Gordo, se desvía a mano izquierda por un camino de terracería que conduce directamente al centro de la aldea.

8 Metodología

8.1 Métodos

8.1.1 Método de la investigación

Se utilizó el método experimental, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecúa las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades y relaciones del objeto, que son de utilidad en la investigación.

8.1.2 Método para el análisis económico

Para ello se utilizó el método tasa de retorno que es la relación entre el beneficio neto y la inversión total inicial multiplicada por 100. Es conocida como retorno porcentual sobre la inversión.

8.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño totalmente irrestricto al azar con cinco repeticiones por tratamiento y como unidad experimental se tomaron 9 plantas y el número de plantas útiles fue de 7. El área total del ensayo fue de 108 m².

8.3 Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron son: Dosis de ácido salicílico.

Identificación	Dosis de ácido salicílico
T0: Dosis 0	Sin tratamiento
T1: Dosis 1	10 ⁻⁵ M
T2: Dosis 2	10 ⁻⁶ M
T3: Dosis 3	10 ⁻⁷ M
T4: Dosis 4	10 ⁻⁸ M

8.4 Tamaño de la unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo constituida por un surco separado por 1.2 metros; el largo del surco fue de 3.6 metros y las plantas tuvieron un separación de 0.4 metros.

El tamaño de la unidad experimental fue de 4.32 m² y el tamaño de la parcela neta fue de 3.36 m². El número total de unidades experimentales fue de 25 y el área total a utilizar en el experimento fue de 108 metros cuadrados (18 metros de largo por 6 metros de ancho).

A continuación se describe el croquis del diseño experimental de la localidad de San José Las Islas, San Marcos.

T1	T2	T4	T1	T3
T0	T0	T4	T4	T3
T0	T1	T0	T3	T1
T3	T0	T2	T2	T2
T4	T4	T3	T1	T2

El croquis del diseño experimental de la localidad de Esquipulas Palo Gordo del municipio de Esquipulas Palo Gordo.

T2	T4	T0	T1	T0
T2	T4	T2	T1	T0
T1	T3	T3	T3	T4
T0	T4	T1	T2	T3
T1	T2	T4	T3	T0

T0: Sin tratamiento (testigo)

T1: Dosis de AS 10^{-5} Molar

T1: Dosis de AS 10^{-6} Molar

T2: Dosis de AS 10^{-7} Molar

T3: Dosis de AS 10^{-8} Molar

8.5 Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizó para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} = Variable de respuesta (rendimiento) de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (dosis de ácido salicílico) en la variable dependiente.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

8.6 Variables de respuesta

Se evaluaron 10 características:

1. **Altura de planta:** se midió la altura del tallo desde la base hasta el último racimo floral. Se utilizó una cinta métrica. Se determinó al final del ciclo.
2. **Diámetro del tallo:** se midió a partir de cinco centímetros de la base del tallo, se realizó con un vernier digital. Se determinó al final del ciclo.
3. **Número de racimos por planta:** se contabilizaron los racimos que cada planta produjo.
4. **Número de flores por racimo:** se contabilizaron individualmente el total de flores por racimo.
5. **Número de frutos por racimo:** se contabilizaron los frutos de cada racimo que la planta produjo.
6. **Diámetro del fruto:** se midió el diámetro ecuatorial de cada fruto, se realizó utilizando un vernier digital.
7. **Peso por fruto:** Se realizó el pesaje de cada fruto que la planta produjo, se realizó con una balanza analítica.
8. **Rendimiento por planta:** Se obtuvo mediante el pesaje total de los frutos obtenidos por planta, se expresó en Kg/planta.
9. **Rendimiento por hectárea:** Se obtuvo el peso total de los frutos por parcela neta y se expresó en Kg/Ha.
10. **Rentabilidad:** Se determinó a partir de la relación entre el beneficio neto y la inversión total inicial multiplicada por 100.

8.7 Análisis de la información

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y la comparación de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$), también se realizó un análisis de correlación para la relación número de flores por número de frutos y rendimiento de planta por dosis de AS, se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT.

8.8 Manejo del experimento

La investigación se llevó a cabo en la época comprendida de Julio de 2017 y finalizó en el mes de Mayo de 2018. Las actividades que se realizaron para el manejo agronómico adecuado del experimento fueron:

8.8.1 Solicitud de pilones:

La solicitud de los pilones de tomate Blindado F1 se realizó en el Agrocomercial La Cosecha ubicada en el municipio de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez.

8.8.2 Aplicación de AS

Para realizar las soluciones con la diferentes concentraciones de AS, primero se pesó 0.138 gramo de AS en una balanza analítica y se colocó en un tubo de ensayo al cual se le agregaron 2 ml de alcohol etílico para diluirlo, posteriormente la solución se aforó a 100 mililitros con agua destilada, así se obtuvo la concentración 10^{-2} M.

Se tomaron 10 ml de la solución 10^{-2} M, y se diluyeron en 990 ml de agua destilada y así se obtuvo la concentración 10^{-4} M.

Se tomaron 30 ml de la disolución 10^{-4} M y se diluyeron en 2,970 ml de agua destilada y así se obtuvo la concentración 10^{-6} M.

De la disolución 10^{-6} M se tomaron 30 ml y se diluyeron en 2,970 ml de agua destilada y así se obtuvo la concentración 10^{-8} M.

Para obtener la concentración 10^{-5} M se tomaron 3 ml de la disolución 10^{-2} M y se diluyeron en 2,997 ml de agua destilada.

Para obtener la concentración 10^{-7} M se tomaron 30 ml de la disolución 10^{-5} M y se diluirán en 2,970 ml de agua destilada.

Las soluciones se aplicaron en tres ocasiones a todo el follaje de la planta hasta punto de goteo, con una mochila manual de capacidad de 16 litros. La hora de aplicación fue entre las 7:00 y las 8:00 horas a los 7, 14 y 21 días después del trasplante.

8.8.3 Toma de muestras para análisis de suelo:

La recolección de muestras se realizaron en el área de estudio con el objetivo de analizar el estado nutricional del suelo, las muestras fueron enviadas a un laboratorio privado en la ciudad de Guatemala.

8.8.4 Preparación del terreno:

Se realizó un barbecho a una profundidad de 0.30 mts. Luego se realizaron tabloncillos de 0.20 mts de alto, 0.60 mts de ancho, y 0.60 mts de largo. Se aplicó una fertilización base a los tabloncillos con Lombricompost, y cal agrícola para corregir pH. La desinfección se realizó con el fungicida Fosetil Aluminio + Propomocarb y la desinfección se realizó con el insecticida-nematicida Etoprofos.

8.8.5 Trasplante

Se trasplantó a una distancia de 0.40 m entre planta y 1.20 m entre surcos. El híbrido que se utilizó fue Blindado F1. Sus características son: planta vigorosa, con buena cobertura foliar, buen potencial productivo, para sembrar en invernadero, casa malla y campo abierto, alta resistencia a Fusarium, fruto tipo saladette acorazonado, rojo intenso, peso promedio de 110 a 120 gramos, larga vida de anaquel y fruta homogénea.

8.8.6 Tutorado

Para que las plantas se sostuviera se utilizó el método de tutorado Holandés, que consistió en sostener cada planta con un hilo plástico todo el eje de crecimiento y se unió a un soporte perpendicular a la planta.

8.8.7 Podas de brotes axilares

La poda axial se realizó eliminando los brotes de las axilas de las hojas compuestas, a manera de manejar las plantas con un eje de producción.

8.8.8 Fertilización

Se realizó de acuerdo a la fase fenológica del cultivo, se realizó una fertilización base a los tablones con lombricompost y el fertilizante 18-46-0. Para la fase de crecimiento inicial se utilizó 15-15-15 y 12-11-8. Para la fase de floración, fructificación y maduración se utilizaron Nitrato de potasio, Nitrato de calcio. La dosis en gramos por metro cuadrado de elementos mayores fueron: N 175, P 200, K 154 y para oligoelementos, Ca 44, Mg 5 y S 14.

Además se utilizaron fertilizantes foliares a base de calcio y microelementos intercalados semanalmente.

8.8.9 Riego

Se realizó de acuerdo a las necesidades de la planta, se utilizó riego por goteo utilizando dos mangueras por surco, de modo general el riego se realizó dos veces por día, por la mañana se regaba durante treinta minutos y por la tarde cuarenta y cinco minutos en época lluviosa, en época seca el riego se realizó dos veces por día con una duración de cuarenta y cinco minutos en cada riego, la frecuencia de riego fue a cada dos días.

8.8.10 Control de plagas

Para el control de insectos se realizaron aplicaciones de los insecticidas: Imidacloprid, Thiocloprid, Beta-Ciflutrina principalmente para control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Además Etoprofos para prevención de nematodos.

8.8.11 Control de enfermedades

Para el control de enfermedades se utilizaron los fungicidas: Fosetil Aluminio + Propomocarb como preventivo de mal de talluelo y tizón tardío (*Phytophthora infestans*); Mancozeb como preventivo del tizón tardío, Ametrina como fungicida curativo para tizón tardío, Azoxistrobina como preventivo de tizón temprano (*Alternaria solani*) y botrytis (*Botrytis cinerea*) y Sulfato de cobre pentahidratado como preventivo de bacterias fitopatógenas,.

8.8.12 Control de malezas.

El control de malezas se realizó mensualmente de forma manual.

8.8.13 Cosecha

Se colectaron todos los frutos que contenían las características necesarias para el corte (forma, color, tamaño) aproximadamente a los noventa días después del trasplante, se realizó manualmente.

8.8.14 Toma de datos

La toma de datos empezó a partir del inicio de la floración, en el caso de los frutos se empezó a partir de la primera cosecha que se realizó (aproximadamente 90 días después del trasplante), se pesó cada fruto cosechado con una balanza analítica y también se midió su diámetro ecuatorial, la altura de planta se determinó al final del ciclo de producción al igual que el diámetro del tallo. Cada dato obtenido se anotó en la matriz correspondiente (anexo 3).

9 Análisis y discusión de resultados

9.1 Localidad No. 1 Esquipulas Palo Gordo, Departamento de San Marcos

9.1.1 Altura de planta

Finalizado el ciclo de cultivo se realizó la medición de altura de las plantas de tomate, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre las plantas asperjadas con AS en relación al testigo (Cuadro 1 del anexo). Incluso el testigo mostró una mayor altura de planta con una media de 5.21 m, mientras que el tratamiento 10^{-5} M mostró la menor altura con 5.00 m, teniendo el testigo un incremento de 4% con respecto al tratamiento que mostró la menor altura.

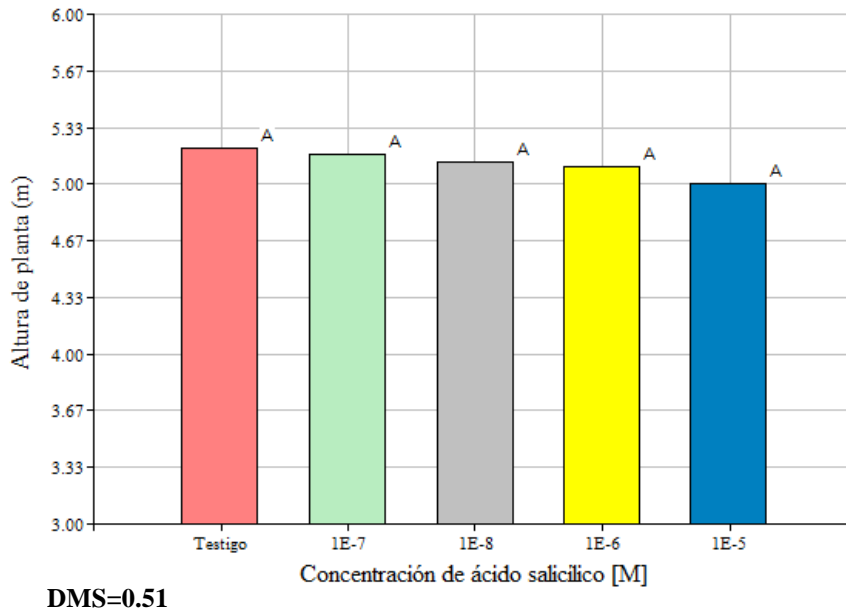


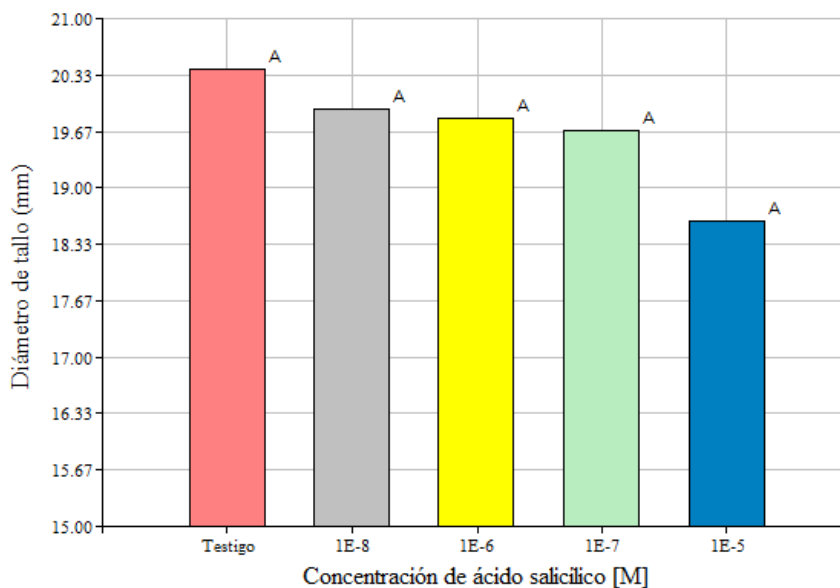
Figura 1. Efecto del ácido salicílico en la altura de planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Investigación realizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, sobre el efecto de AS en tomate indeterminado, reporta que las plantas tratadas con AS se vieron alteradas en su patrón de comportamiento, priorizando el envío de biomasa a la parte cosechable, mientras que las plantas testigo lo hicieron a la formación de biomasa vegetativa (Arroyo, 2012).

El comportamiento de las plantas de la investigación concuerda con lo observado por Arroyo en 2012, las plantas asperjadas con AS priorizaron el envío de biomasa a la parte cosechable, sin embargo el comportamiento no fue el mismo en las dos localidades, lo que significa que las condiciones ambientales principalmente la temperatura pueden jugar un papel importante en el comportamiento de las plantas que son asperjadas con AS.

9.1.2 Diámetro del tallo

Referente al diámetro de tallo, en la figura 3, se observa variación entre los tratamientos y el testigo; siendo el testigo el que mostró un mayor grosor del tallo con 13.33 mm y el tratamiento 10^{-5} M mostró el menor con 10.75 mm, sin embargo estadísticamente no se observó diferencia significativa (Cuadro 2 del anexo).



DMS=2.18

Figura 2. Efecto del ácido salicílico en el diámetro de tallo de planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Yildirim y Dursun (2009) utilizando concentraciones de $5 \cdot 10^{-4}$ M reportaron que se favorece el incremento del área foliar y también el diámetro del tallo en plantas adultas de tomate, sin embargo Shahba et al. (2010) indica que tomate bajo condiciones de estrés por sales no se observa incremento de estas variables. De acuerdo al análisis de suelo del invernadero de la localidad no se observa exceso de sales por lo que se descarta esa posibilidad. Se considera nuevamente que las condiciones climáticas pueden influir en el efecto del AS en las plantas de tomate.

9.1.3 Numero de racimos por planta

En cuanto al número de racimos por planta, no se observó diferencia estadística significativa (Cuadro 3 del anexo), el testigo muestra la media mayor con 13.33 racimos por planta y el tratamiento 10^{-8} M presenta la media menor con 10.75 racimos, observamos nuevamente que el testigo supera a las plantas que fueron asperjadas con AS. (Figura 3).

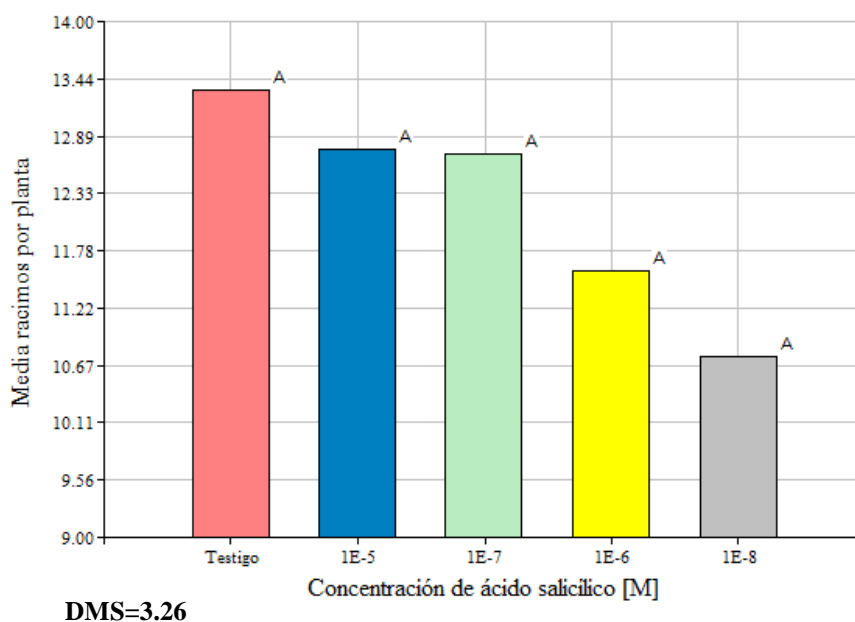


Figura 3. Efecto del ácido salicílico en el número de racimos por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

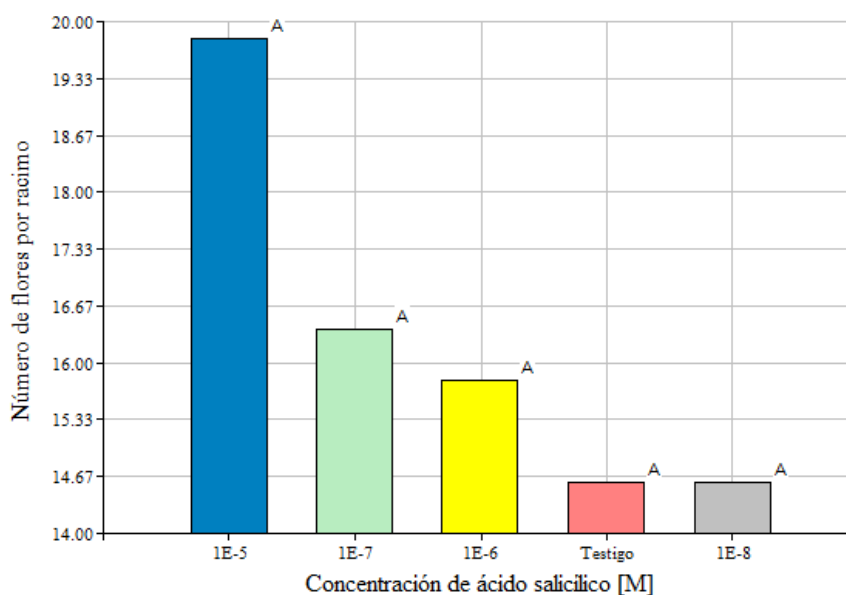
Rodríguez et al. (2007) aplicando una concentración de 10^{-5} M de AS obtuvo un incremento en el número de racimos florales producidos por plantas de tomate comparado con el testigo.

Javaheri et al. (2011) aplicando concentraciones de 10^{-6} M de AS obtuvo un rendimiento significativamente mayor en cultivo de tomate en comparación con el testigo, atribuyéndole esto al aumento de números de racimos por planta.

En este caso el testigo mostró una mayor producción de racimos por planta, sin embargo al compararlo con los tratamientos 10^{-5} M y 10^{-6} M el aumento fue de 0.56 y 0.61 racimos por planta, menos de un racimo por planta.

9.1.4 Numero de flores por racimo

En lo que se refiere a número de flores por racimo, en la figura 4 se observa un incremento en la producción de flores por racimo con el tratamiento 10^{-5} M con una producción media de 19.80 flores por racimo, el testigo y el tratamiento 10^{-8} M presentan las medias más bajas con 14.60 flores por racimo, los tratamientos 10^{-7} M y 10^{-6} M presentan una media de 16.40 y 15.80 flores por racimo respectivamente. No se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el testigo (Cuadro 4 del anexo).



DMS=6.03

Figura 4. Efecto del ácido salicílico en el número de flores por racimo por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Rodríguez, et al. (2007) reporta en cultivo de tomate un incremento en la cantidad de flores por racimo utilizando una concentración de AS 10^{-5} M.

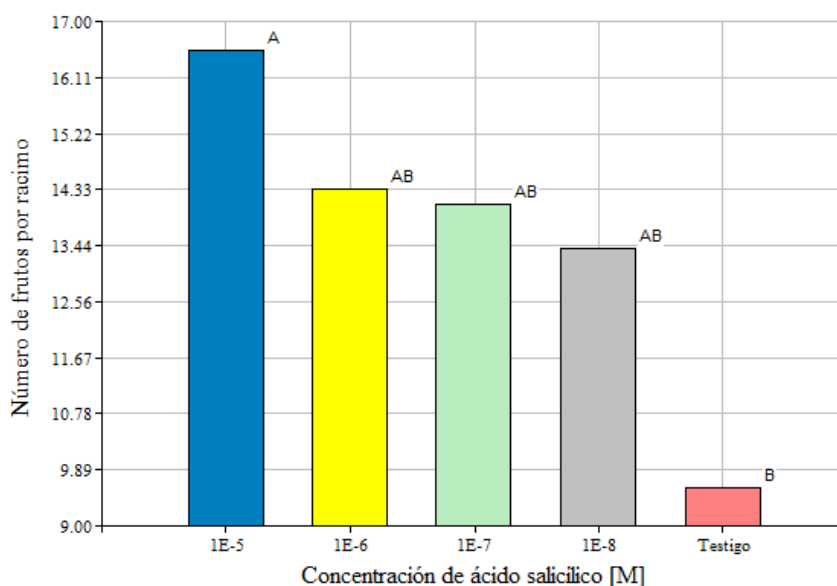
También en plantas ornamentales desarrolladas en macetas, como violeta (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) (Martín-Mex et al., 2005), *Chrysanthemum morifolium* (Villanueva-Couoh et al. 2009) Petunia (Martín-Mex et al., 2010) y Gloxinia (*Sinningia speciosa* Benth.) (Datos no publicados), el AS indujo en producir significativamente más flores por planta.

El aumento en la producción de flores con el tratamiento 10^{-5} M de AS indujo una producción de 5.2 flores más por racimo respecto al testigo, lo cual incrementa la probabilidad de producir frutos de tomate.

Además las plantas tratadas con AS mostraron mayor precocidad en la formación de flores, teniendo la aparición del primer racimo floral 14 días después del trasplante y teniendo una diferencia de 14 días de precocidad en comparación al testigo.

9.1.5 Número de frutos por racimo

En la figura 5 se observa los resultados de la variable número de frutos por racimo, se observó diferencia estadística significativa (Cuadro 5 del anexo) entre un tratamiento y el testigo. El mejor tratamiento fue 10^{-5} M con una producción de 16.55 frutos por racimo, obteniendo un incremento de 72% con respecto al testigo (9.60 frutos por racimo), los demás tratamientos 10^{-6} M, 10^{-7} M y 10^{-8} M también mostraron un incremento respecto al testigo de 49, 46 y 39% respecto al testigo.



DMS=5.16

Figura 5. Efecto del ácido salicílico en el número de frutos por racimo por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

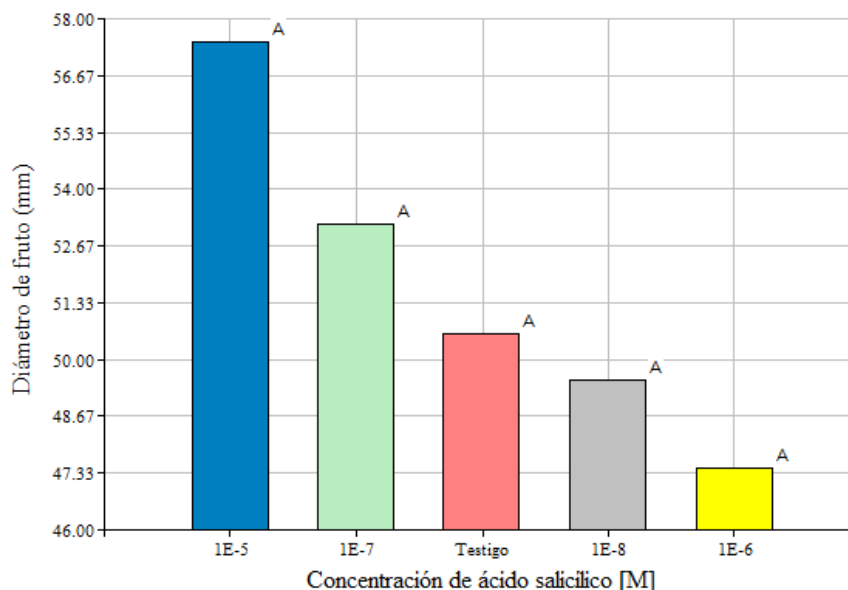
López et al. (1998) afirma que el AS aumentó el número de granos por espiga de trigo en 4 y 1.3 más respecto al testigo con los tratamientos 10^{-4} M y 10^{-6} M. Obteniendo un incremento en el rendimiento agronómico de 15.22 con respecto al testigo con el tratamiento 10^{-6} M.

May (2005) reporta incremento en el número de frutos de chile habanero con los tratamientos 10^{-6} y 10^{-10} M de AS en un 26 y 15% con respecto al testigo.

Rodríguez et al. (2007) reporta que embebiendo semillas de tomate en una solución 10^{-5} M de AS antes de la siembra, obtuvo un incremento en la producción de frutos por planta de tomate.

9.1.6 Diámetro del fruto

Finalizada la medición del diámetro de los frutos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo (Cuadro 6 del anexo), sin embargo el tratamiento 10^{-5} M presenta la media mayor con 57.47 mm, el tratamiento 10^{-7} M presenta una media de 53.19 mm, el testigo una media de 50.60, el tratamiento 10^{-8} M presenta una media de 49.51 mm y en último lugar el tratamiento 10^{-6} M con 47.46 mm (figura 6).



DMS=11.59

Figura 6. Efecto del ácido salicílico en el diámetro del fruto de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

En cuanto al diámetro de frutos de tomate, Rodríguez, et al. (2007) indica que obtuvo un incremento en cuanto al diámetro de frutos con la concentración 10^{-5} M (54.1 ± 2.93 mm) con respecto al testigo (50.7 ± 5.75 mm). Lo cual concuerda con esta investigación, en la cual el tratamiento 10^{-5} M de AS fue la que produjo los frutos con mayor diámetro.

9.1.7 Peso de fruto

En cuanto al peso de frutos, la figura 7 muestra que hubo un incremento en el peso medio de frutos de los tratamientos 10^{-7} M con 95.08 gr y el tratamiento 10^{-5} M con 93.68 gr respecto al testigo, mientras que el testigo tuvo una media de 85.68 gr, los tratamientos 10^{-8} M y 10^{-6} M mostraron las medias más bajas con 82.41 gr y 70.74 gr respectivamente. Estadísticamente no se observó diferencia significativa (Cuadro 7 del anexo).

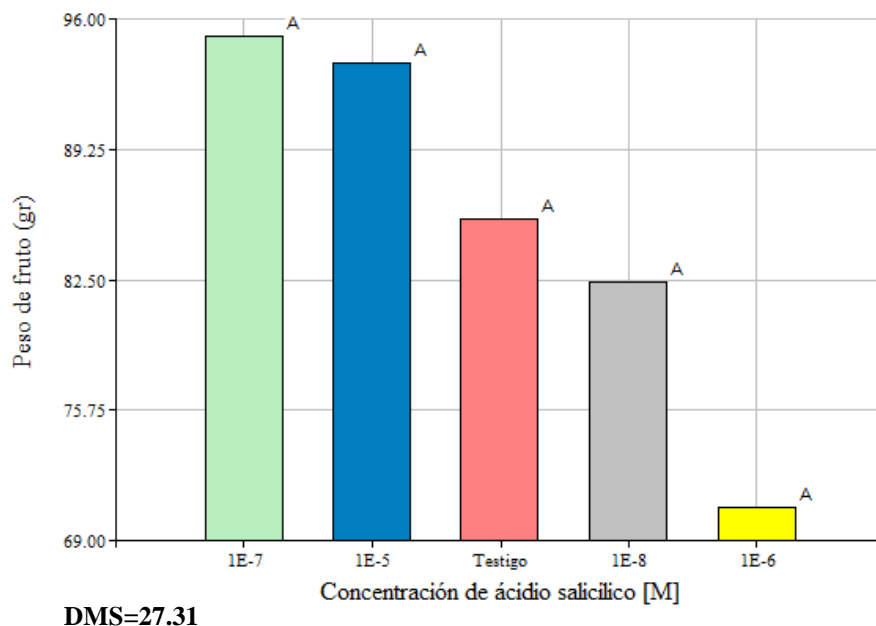


Figura 7. Efecto del ácido salicílico en el peso de fruto por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Rodríguez, (2007) indica que las plantas de tomate tratadas con AS a una concentración de 10^{-5} M produjeron frutos más pesados (69.9 ± 8.46 g); sin embargo en esta localidad el tratamiento 10^{-7} M produjo los frutos más pesados y en segundo lugar el tratamiento 10^{-5} M. Se observa que las aplicaciones de AS modificaron el comportamiento de la planta, tal y como lo sugiere Arroyo (2012).

En cuanto a la calidad en peso de los frutos, el cuadro 1 muestra los porcentajes de las diferentes calidades de tomate obtenidos en la localidad de Esquipulas Palo Gordo, el AS mostró tener un efecto en la calidad en gramos de los frutos cosechados, principalmente en la producción de frutos medianos, grandes y en frutos mayores al extra grande.

Cuadro 1. Efecto del ácido salicílico en la calidad en peso de los frutos de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Categoría	Rangos (gramos)	Tratamientos				
		Testigo	10^{-5} M	10^{-6} M	10^{-7} M	10^{-8} M
	<20	0.57	0.34	0.49	0.52	0.53
Chico	20 - 59	52.89	47.65	52.40	49.48	51.41
Mediano	60 - 83	17.82	19.13	23.06	19.46	18.64
Grande	84 - 100	10.10	13.65	10.01	9.41	10.07
Extra grande	101 - 135	15.66	14.54	10.89	16.21	14.75
	>135	2.95	4.70	3.14	4.92	4.59

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

De acuerdo al cuadro 1 los frutos con un peso menor a 20 gramos apenas superaron el 0.5 de la producción, sin embargo el testigo fue el que produjo la mayor cantidad en esta categoría mientras que el tratamiento 10^{-5} M obtuvo el menor porcentaje de frutos cosechados.

El testigo produjo la mayor cantidad de frutos pequeños con 52.89% y el tratamiento 10^{-5} M produjo la menor cantidad con un 47.65% del total de la producción. Para el caso de los frutos medianos el testigo fue el que produjo la menor cantidad con un 17.82% mientras que el tratamiento 10^{-6} M tuvo el mayor porcentaje con 23.06% del total de la producción, obteniendo así una mayor producción de frutos de categoría mediana con todos los tratamientos donde se aplicó AS.

En el caso de frutos grandes el tratamiento 10^{-5} M obtuvo el mayor porcentaje con 13.65% de la producción mientras que el tratamiento 10^{-7} M obtuvo el menor porcentaje con un 9.41%. En el caso de la categoría extra grande el tratamiento 10^{-7} M obtuvo la mayor cantidad con 16.21% de la producción mientras que el tratamiento 10^{-6} M obtuvo el menor porcentaje con 10.89%. Además se obtuvieron frutos superiores a los establecidos en esta clasificación, siendo el tratamiento 10^{-7} M el que obtuvo el mayor porcentaje con 4.92% mientras que el testigo obtuvo un 2.95% del total de la producción, obteniendo frutos más grandes donde se aplicó AS.

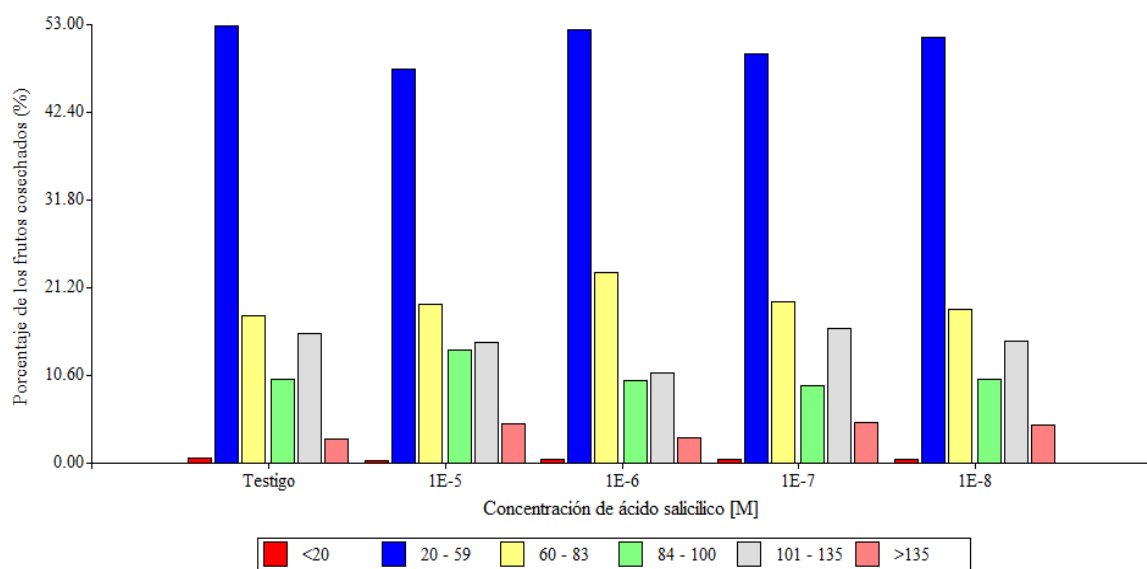


Figura 8. Efecto del ácido salicílico en la calidad de frutos de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

De acuerdo a la figura 8, se observa que la mayor cantidad de frutos cosechados fueron de categoría pequeña (20-59 gr) en todos los tratamientos, Matú (2004) citado por May (2005) reporta incrementos del 23 al 30% en frutos de primera calidad en tomate saladatte con los tratamientos 10^{-8} y 10^{-6} M de AS referente al testigo, situación diferente a esta investigación lo que puede deberse a características genéticas de la planta como lo sugiere Matú (2004).

9.1.8 Rendimiento por planta

En cuanto al rendimiento por planta se observó diferencia estadística significativa (Cuadro 8 del anexo) siendo los tratamientos 10^{-5} M y 10^{-7} M con los que se obtuvo un mayor rendimiento con una media de $19.29 \text{ kg.planta}^{-1}$ y $17.23 \text{ kg.planta}^{-1}$, teniendo un incremento de 72 y 54% con respecto al testigo que produjo $11.16 \text{ kg.planta}^{-1}$ (figura 8).

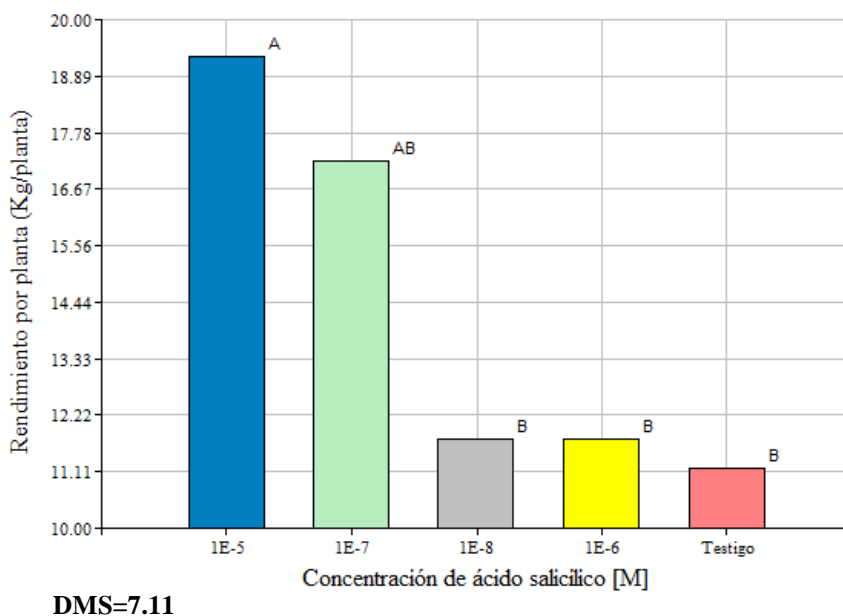


Figura 9. Efecto del ácido salicílico en el rendimiento por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Rodríguez, (2007) reporta que las plantas de tomate tratadas con AS a una concentración de 10^{-5} M incrementaron su producción en comparación con el testigo, incluso aquellas plantas tratadas con una concentración de AS a 0.005 milimolar (mM) y 0.1 mM superaron en producción por planta a aquellas que no fueron asperjadas con AS.

Resultados similares se obtuvieron en esta localidad donde las plantas tratadas con AS con la dosis 10^{-5} M produjeron el mayor rendimiento por planta, lo cual manifiesta que la combinación de producción de más racimos florales, mayor cantidad de flores y mayor peso por fruto hicieron que los diferentes tratamientos donde se utilizó AS superaran al testigo.

9.1.9 Rendimiento por hectárea

El rendimiento por hectárea total se obtuvo luego de los 300 días de edad del cultivo. El análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa (Cuadro 9 del anexo), se observó que los tratamientos 10^{-5} M tuvo una producción de $401,789.34 \text{ kg.Ha}^{-1}$ equivalente a una producción de 40.18 kg/m^2 y el tratamiento 10^{-7} M tuvo un rendimiento de $358,985.26 \text{ kg.Ha}^{-1}$ equivalente a 35.90 kg/m^2 , representando un incremento de 72 y 54% con respecto al testigo (figura 8).

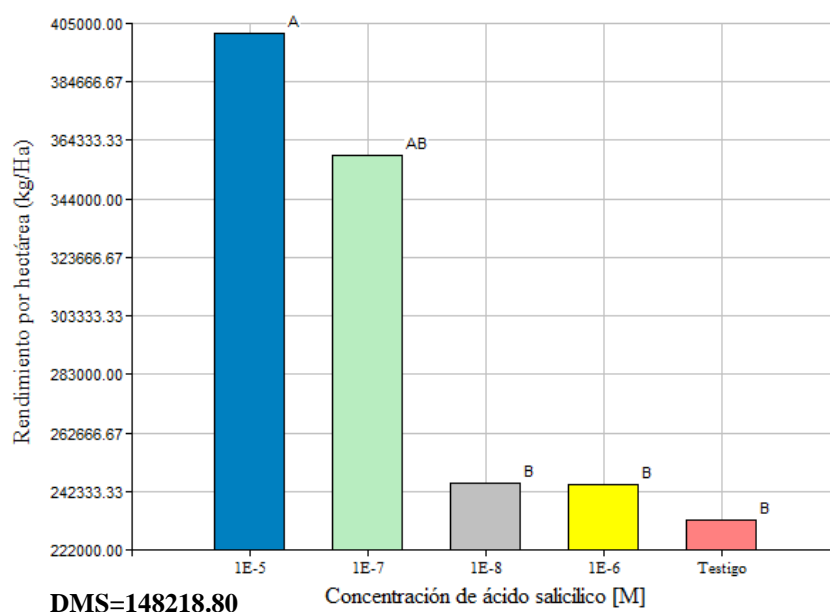


Figura 10. Efecto del ácido salicílico en el rendimiento por hectárea, en plantas de tomate indeterminado híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

Rodríguez, (2007) reporta que el rendimiento por hectárea donde las planas se asperjaron con AS a 10^{-5} M (14.35 t.Ha^{-1}) tuvieron un incremento significativo con respecto al testigo, incluso todos los tratamientos donde se aplicó AS superaron en producción al testigo.

Javaheri et al. (2012) reporta incrementos en la producción de tomate con las dosis de 10^{-4} y 10^{-6} M de AS.

Larqué-Saavedra et al. (2009) reporta que plantas de chile habanero y tomate que fueron asperjadas con AS incrementaron su productividad en un 30% y 20% respectivamente.

La cosecha también mostró una precocidad con los tratamientos donde se aplicó AS, siendo la primer cosecha a los 75 días (2.5 meses) después del trasplante y una anticipación de 15 días con respecto a la primera cosecha del testigo (90 días después del trasplante).

9.1.10 Análisis de correlación

El cuadro 2 muestra el análisis de correlación de las variables altura de planta, diámetro de tallo, racimos por planta, peso de fruto, flores por racimo, frutos por racimo y diámetro de fruto con el rendimiento en kg.Ha^{-1} .

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables altura de planta, diámetro de tallo, racimos por planta, peso de fruto, flores por racimo, frutos por racimo, diámetro de fruto y el rendimiento, Esquipulas Palo Gordo.

Variable	Correlación
Altura de planta	0.13
Diámetro de tallo	-0.16
Racimos por planta	0.44 *
Peso de fruto	0.51 **
Flores por racimo	0.73 **
Frutos por racimo	0.73 **
Diámetro de fruto	0.27

*Correlación significativa; **Correlación altamente significativa

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

Se observa que existió una correlación positiva entre las variables, racimos por planta, peso de fruto, flores por racimo y frutos por racimo con el rendimiento, teniendo una alta correlación las variables peso de fruto, flores por racimo y frutos por racimo; la variable racimos por planta presentó una correlación moderada. Lo que significa que a mayor peso de fruto habrá mayor rendimiento, al igual con las variables flores por racimo y frutos por racimo.

Las variables altura de planta y diámetro de frutos mostraron una correlación baja (muy cercana a cero) lo que significa que no hay una relación directamente proporcional con el rendimiento.

La variable diámetro de tallo mostró una correlación negativa, sin embargo muy cercana a cero lo que significa que no hay una relación directamente proporcional con el rendimiento.

9.1.11 Rentabilidad

En cuanto a la rentabilidad, en el cuadro 3 se observan los costos para una hectárea de producción de tomate, también se observa el ingreso por venta de la producción de cada uno de los tratamientos, así como el costo de producción y el ingreso por metro cuadrado de producción.

Cuadro 3. Tasa interna de retorno por hectárea y por metro cuadrado de los tratamientos evaluados, Esquipulas Palo Gordo, Esquipulas Palo Gordo.

COSTOS POR HECTÁREA		T0 (sin aplicación de AS)	T1 (10 ⁻⁵ M)	T2 (10 ⁻⁶ M)	T3 (10 ⁻⁷ M)	T4 (10 ⁻⁸ M)
INSUMOS	Pilón	Q30,208.33	Q30,208.33	Q30,208.33	Q30,208.33	Q30,208.33
	Agroquímicos	Q183,148.15	Q183,148.15	Q183,148.15	Q183,148.15	Q183,148.15
	Fertilizantes	Q188,425.93	Q181,134.26	Q181,134.26	Q181,134.26	Q181,134.26
	Cinta de riego	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52
	Pita, trampas y otros insumos	Q12,129.63	Q12,129.63	Q12,129.63	Q12,129.63	Q12,129.63
	Agua de riego	Q1,700.00	Q1,700.00	Q1,700.00	Q1,700.00	Q1,700.00
MANO DE OBRA	Preparación del suelo	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15
	Siembra	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07
	Tutorado	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07
	Aplicación agroquímicos	Q133,570.37	Q133,570.37	Q133,570.37	Q133,570.37	Q133,570.37
	Podas	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33
	Aplicación fertilizantes	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33
	Cosecha	Q100,177.78	Q100,177.78	Q100,177.78	Q100,177.78	Q100,177.78
Tratamientos	Agua destilada	Q0.00	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52
	Ácido salicílico	Q0.00	Q0.20	Q0.02	Q0.01	Q0.01
	Alcohol etílico (95%)	Q0.00	Q3.70	Q3.70	Q3.70	Q3.70
	Preparación del AS	Q0.00	Q1,043.52	Q1,043.52	Q1,043.52	Q1,043.52
	Aplicación de AS	Q0.00	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15
	COSTO TOTAL	Q818,241.67	Q838,864.09	Q838,863.91	Q838,863.90	Q838,863.90
	costo por metro cuadrado	Q81.82	Q83.89	Q83.89	Q83.89	Q83.89
INGRESOS POR Invernadero		T0 (sin aplicación de AS)	T1 (10 ⁻⁵ M)	T2 (10 ⁻⁶ M)	T3 (10 ⁻⁷ M)	T4 (10 ⁻⁸ M)
	Rendimiento kg/hectárea	232596.87	401789.34	244799.91	358985.26	245002.28
	Precio estandarizado	Q5.50	Q5.50	Q5.50	Q5.50	Q5.50
	Ingreso total	Q1,279,282.79	Q2,209,841.37	Q1,346,399.51	Q1,974,418.93	Q1,347,512.54
	Ingreso por metro cuadrado	Q127.93	Q220.98	Q134.64	Q197.44	Q134.75
	Ganancia neta	Q461,041.12	Q1,370,977.28	Q507,535.60	Q1,135,555.03	Q508,648.64
	Ganancia neta por metro cuadrado	Q46.10	Q137.10	Q50.75	Q113.56	Q50.86
Análisis económico						
	Tasa de retorno sobre la inversión inicial	156.35	263.43	160.50	235.37	160.64

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

Se observa que todos los tratamientos mostraron tener una tasa de retorno sobre la inversión inicial mayor a 100, lo cual indica que se obtuvieron ganancias con todos los tratamientos, sin embargo, el tratamiento 10⁻⁵ M de AS fue el que mayor tasa de retorno produjo con 263.43, lo que significa que por cada Q 100.00 invertidos se recibirán Q 263.43;

el tratamiento 10^{-7} M, mostró la segunda tasa mayor con 235.37; en tercer lugar el tratamiento 10^{-8} M con 160.64, luego el tratamiento 10^{-6} M y en último lugar el testigo con una tasa de 156.35.

En cuanto a ganancia por unidad de superficie, el tratamiento 10^{-5} M produjo Q 137.10 por metro cuadrado de producción, casi triplicando las ganancias que produjo el testigo, luego el tratamiento 10^{-7} M produjo una ganancia de Q113.56 por metro de producción, haciendo que las ganancias sean más del doble que las del testigo; el tratamiento 10^{-8} M produjo una ganancia de Q 50.86 y el tratamiento 10^{-8} M produjo una ganancia de Q 50.75 siendo la diferencia de once centavos únicamente, sin embargo superaron en cuanto a las ganancias al testigo el cual tuvo una ganancia de Q 46.10, lo que demuestra que al aplicar AS a plantas de tomate produjo ganancias considerables.

9.2 Localidad No. 2 San José Las Islas, San Marcos, Departamento de San Marcos

9.2.1 Altura de planta

De acuerdo al cuadro 10 (ver anexo), no se observaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la altura de las plantas asperjadas con AS y el testigo, sin embargo en esta localidad se observa que todos los tratamientos superaron al testigo (figura 10). El tratamiento 10^{-5} M tuvo una media de 5.48 m mientras que el testigo tuvo una media de 4.96 m, cabe señalar que la diferencia entre tratamiento 10^{-5} M y el testigo fue de 0.52 igualando la diferencia mínima significativa (DMS). Referente al tratamiento 10^{-5} M tuvo un incremento de 9.5% con respecto al testigo.

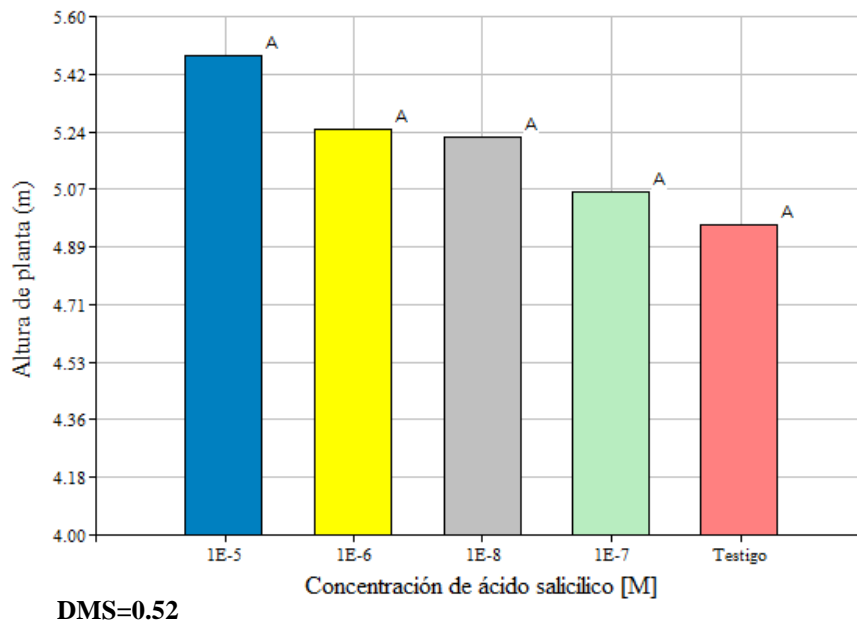


Figura 11. Efecto del ácido salicílico en la altura de planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

En chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq), el AS incrementó la altura de las plantas en un 12 y 9% con respecto al testigo con los tratamientos 10^{-8} M y 10^{-10} M. (May, 2005).

En soya reportan incrementos de hasta 20% en la altura de las plantas con aplicaciones de 10^{-2} M de AS (Gutierrez, 1997).

En tomate determinado, la concentración de 10^{-5} M de AS hizo desarrollar mayor área foliar y acumulación de masa seca en hojas, raíz y tallo (Rodríguez, 2007).

Los resultados obtenidos en esta localidad manifiestan similitud con los reportados en otras investigaciones de diferentes cultivos. Comparando los resultados de ambas localidades de manera general en la localidad de San José Las Islas las plantas mostraron una mayor altura en comparación a las plantas de la localidad de Esquipulas Palo Gordo, por lo que el efecto del AS puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales donde se desarrolle el cultivo de tomate.

9.2.2 Diámetro del tallo

Respecto al diámetro del tallo, la figura 11 muestra la variación entre los diferentes tratamientos evaluados, no mostrando diferencia estadística significativa (cuadro 11 del anexo), sin embargo todos los tratamientos superaron al testigo. El tratamiento 10^{-6} M obtuvo la media mayor con 20.23 mm mientras que el testigo tuvo una media de 19.04, siendo un incremento de 6% entre ellos.

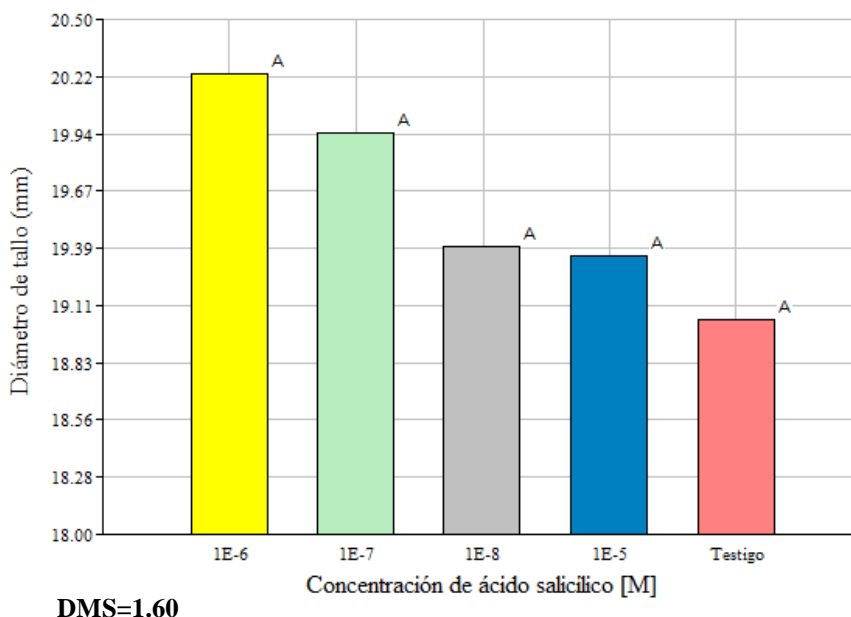


Figura 12. Efecto del ácido salicílico en el diámetro de tallo de planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

En crisantemo, Villanueva et al (2009) al aplicar diferentes concentraciones de AS reporta incremento del grosor del tallo en las plantas que fueron asperjadas con AS, siendo el tratamiento de 10^{-8} M con el que obtuvo el mayor grosor de tallo.

May (2005), indica que el AS incrementó el diámetro de las plantas de chile habanero en un 23 y 16% con respecto al testigo con los tratamientos 10^{-6} y 10^{-8} M.

En esta localidad vemos que el AS tuvo un efecto sobre la parte vegetativa de las plantas asperjadas, al contrario de la otra localidad donde el testigo fue superior a los tratamientos

donde se utilizó AS, lo cual sugiere que las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolle el cultivo de tomate puede influenciar en el efecto del AS en las plantas.

9.2.3 Numero de racimos por planta

La figura 12 muestra los resultados de la variable racimos por planta, estadísticamente no se observan diferencias significativas (cuadro 12 del anexo). El tratamiento 10^{-5} M presenta la mayor media con 12.57 racimos por planta, el testigo 11.33 racimos por planta y el tratamiento que presentó la menor media fue el 10^{-8} M con 10.33 racimos por planta. Los tratamientos 10^{-6} M y 10^{-7} M presentan 11.67 y 11.57 racimos por planta respectivamente.

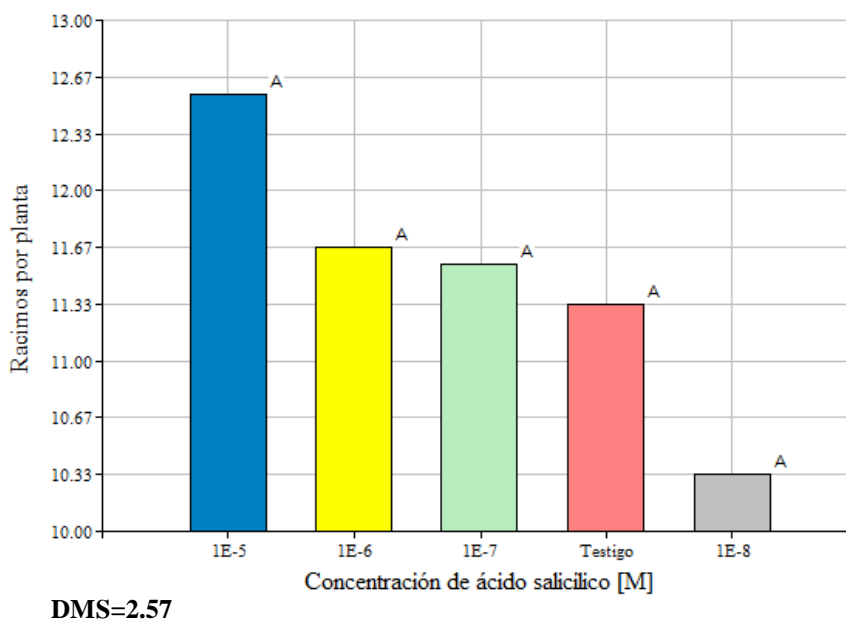


Figura 13. Efecto del ácido salicílico en el número de racimos por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

Rodriguez et al. (2007) embebiendo semillas de tomate en soluciones de AS en concentración 10^{-5} M indica que la producción de racimos florales y de flores por planta se ve favorecido, obteniendo casi el doble de racimos con respecto al testigo.

Observamos que los tratamientos 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} manifestaron un incremento respecto al testigo; el tratamiento 10^{-5} M incrementó en más de un racimo por planta, al obtener al menos un racimo más por planta se incrementa la producción de frutos.

Al comparar por localidades, el testigo produjo menos racimos en San José Las Islas que en Esquipulas Palo Gordo mientras que el tratamiento 10^{-5} M produjo similares cantidades en ambas localidades.

9.2.4 Número de flores por racimo

En cuanto al número de flores por racimo, en la figura 13 se observa que el tratamiento 10^{-5} M presenta la mayor media con 17.60 flores por racimo, los tratamientos 10^{-6} M, 10^{-8} M, 10^{-7} M presentaron una media de 16.20, 15.80 y 14.80 flores por racimo respectivamente; el testigo presentó la menor media en esta variable con 13.80 flores por racimo. Estadísticamente no se observó diferencia significativa (Cuadro 13 del anexo).

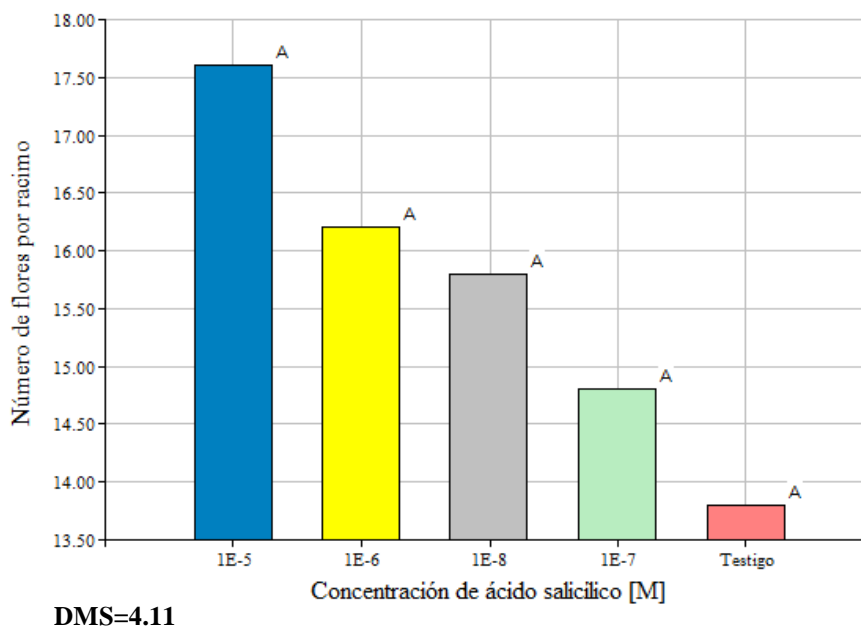


Figura 14. Efecto del ácido salicílico en el número de flores por racimo por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

En este caso se observa que en todos los tratamientos donde se aplicó AS incrementó el número de flores por racimo, lo cual significa mayor probabilidad de producción de tomates.

En ambas localidades el tratamiento 10^{-5} M mostró la mayor media en cuanto a flores por racimo, en la localidad de Esquipulas Palo Gordo se tuvo un incremento en más de dos flores por racimo en comparación a San José Las Islas. El testigo muestra resultados similares en ambas localidades teniendo una diferencia de 0.8 flores por racimo.

Las plantas tratadas con AS mostraron mayor precocidad en la formación de flores, al igual que en la localidad de Esquipulas Palo Gordo en San José Las Islas se tuvo la aparición del primer racimo floral 14 días después del trasplante y teniendo una diferencia de 14 días de precocidad en comparación al testigo.

9.2.5 Número de frutos por racimo

En cuanto al número de frutos por racimo, las plantas asperjadas con AS obtuvieron un incremento de frutos por racimo comparadas con el testigo (figura 14), se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el testigo (Cuadro 14 del anexo). El

tratamiento 10^{-5} M fue el que presentó la media mayor con 15.20 frutos por racimo, incrementando la producción en un 58% respecto al testigo (9.60 frutos por racimo), los tratamientos 10^{-6} , 10^{-8} y 10^{-7} incrementaron el número de frutos por racimo en un 44, 36 y 34% respecto al testigo.

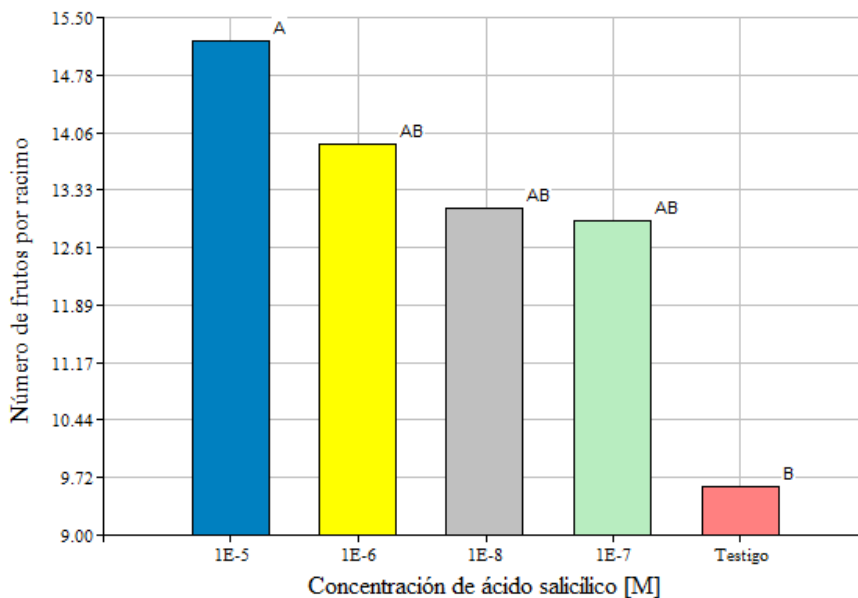


Figura 15. Efecto del ácido salicílico en el número de frutos por racimo por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

En este caso el tratamiento 10^{-5} M fue la que presentó la mayor producción de frutos por racimo, produciendo 5.6 frutos más que el control, además todos los tratamientos donde se aplicó AS superaron al testigo en producción de frutos.

En ambas localidades el mejor tratamiento fue 10^{-5} M, sin embargo en la localidad de Esquipulas Palo Gordo se obtuvo 1.35 frutos más por racimo que en San José Las Islas. En ambas localidades el testigo tuvo una media de 9.60 frutos por racimo. En ambas localidades los tratamientos 10^{-6} , 10^{-7} y 10^{-8} M tuvieron resultados muy similares.

9.2.6 Diámetro del fruto

Referente al diámetro de fruto, se observó diferencia estadística significativa (cuadro 15 del anexo), siendo las plantas asperjadas con AS con las concentraciones 10^{-7} y 10^{-5} M las que mostraron un mayor diámetro del fruto con 53.35 y 51.34 mm respectivamente; sin embargo la diferencia estadística fue con las plantas asperjadas con AS en la concentración de 10^{-6} M (47.72 mm), el tratamiento 10^{-8} M tuvo una media de 49.54 mm mientras que el testigo 49.26 mm (figura 15).

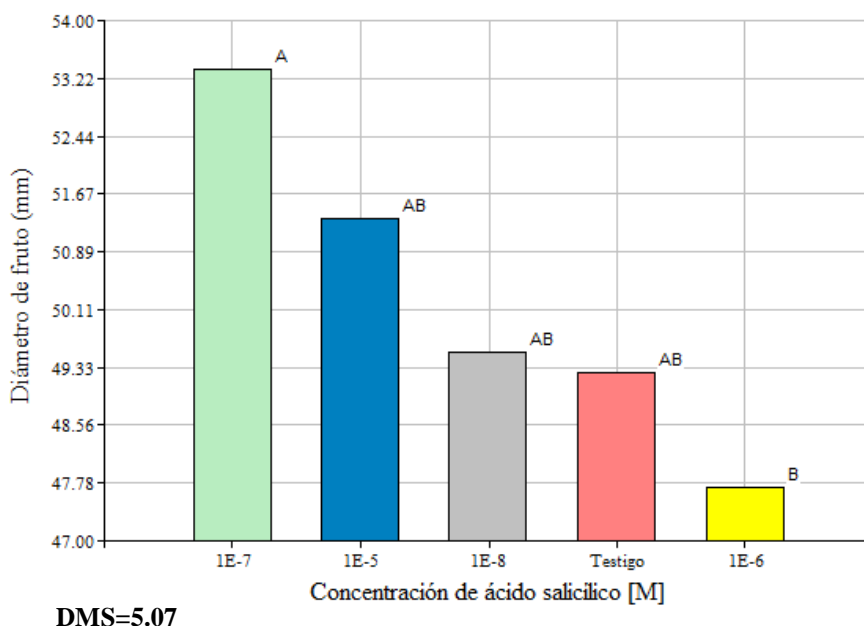


Figura 16. Efecto del ácido salicílico en el diámetro del fruto de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

En la localidad de Esquipulas Palo Gordo se obtuvo la media de frutos con mayor diámetro, superando los 57 mm con el tratamiento 10^{-5} M mientras que en San José Las Islas la media mayor superó los 53 mm con el tratamiento 10^{-7} M. En ambas localidades el tratamiento 10^{-7} M presenta medias muy similares, mientras que el testigo en la localidad de Esquipulas Palo Gordo presentó mayor diámetro de frutos en comparación a San José Las Islas. En ambas localidades el tratamiento 10^{-6} M mostró los frutos con menor diámetro teniendo medias muy similares.

9.2.7 Peso por fruto

En cuanto al peso por fruto, el análisis de varianza no mostró diferencia estadística significativa (Cuadro 16 del anexo), sin embargo los tratamientos 10^{-7} M (92.74 gr) y 10^{-5} M (91.50 gr) fueron los que mayor peso reportaron respecto a los demás tratamientos y el testigo. El tratamiento 10^{-8} M mostró una media de 84.92 gr, el testigo 82.57 gr, mientras que el tratamiento 10^{-6} M fue el que tuvo la menor media con 75.34 gr (figura 16).

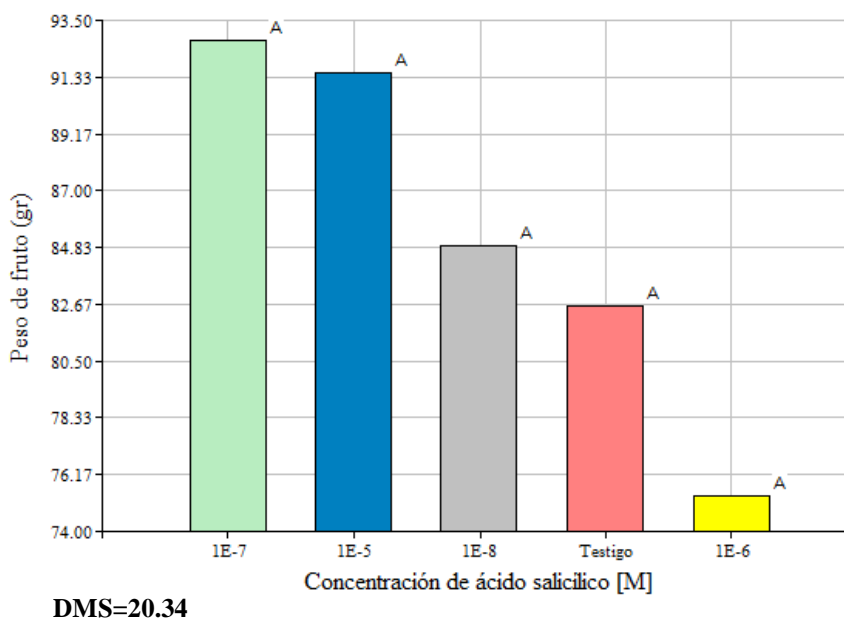


Figura 17. Efecto del ácido salicílico en el peso de fruto por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

Tanto en San José Las Islas como en Esquipulas Palo Gordo el tratamiento 10^{-7} M produjo la media de frutos de tomate con mayor peso y en segundo lugar el tratamiento 10^{-5} M.

En Esquipulas Palo Gordo se obtuvieron las medias más altas en esta variable, superando a los mismos tratamientos en San José Las Islas, incluso el testigo en la localidad de Esquipulas Palo Gordo tuvo una media mayor en comparación con San José Las Islas. El tratamiento 10^{-7} M obtuvo un incremento en más de 3 gramos por fruto en la localidad de Esquipulas Palo Gordo en comparación con el mismo tratamiento en San José Las Islas.

El cuadro 4 muestra los diferentes porcentajes en cuanto a calidad del fruto en peso de los frutos cosechados en San José Las Islas, teniendo ligeros aumentos en la producción de frutos con pesos menores a 20 gramos en comparación con la localidad de Esquipulas Palo Gordo. En el caso de frutos de calidad chico (20-59 gr) el testigo fue el que produjo el mayor porcentaje con 53.23% mientras que el tratamiento 10^{-5} M produjo la menor cantidad (48.43%); en calidad mediano (60-83 gr) el tratamiento 10^{-8} M produjo el menor porcentaje de frutos cosechados con 19.25% mientras que el tratamiento 10^{-6} M produjo el mayor porcentaje en esta categoría con 23.41%; en categoría grande (84-100 gr) el tratamiento 10^{-5} M produjo el mayor porcentaje con 12.50% mientras que el tratamiento 10^{-7} M produjo el menor porcentaje, con 9.05 % del total de frutos cosechados; en la categoría extra grande (101

– 135 gr) el tratamiento 10^{-7} M produjo 15.98% de total de la cosecha siendo el de mayor producción en esta categoría mientras que el tratamiento 10^{-6} M obtuvo el menor porcentaje con 10.43% del total cosechado; en la categoría superior a 135 gr el tratamiento 10^{-7} M tuvo el mayor porcentaje con 4.5% mientras que el tratamiento 10^{-6} M y el testigo obtuvieron los porcentajes menores con 2.39 y 2.40% respectivamente.

Cuadro 4. Efecto del ácido salicílico en la calidad en peso de los frutos de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

Categoría	Rangos (gramos)	Tratamientos				
		Testigo	10^{-5} M	10^{-6} M	10^{-7} M	10^{-8} M
	<20	0.50	0.55	0.66	0.54	0.61
Chico	20 - 59	53.23	48.43	53.11	49.70	52.76
Mediano	60 - 83	19.86	22.43	23.41	20.23	19.25
Grande	84 - 100	9.80	12.50	10.00	9.05	10.02
Extra grande	101 - 135	14.21	13.21	10.43	15.98	13.70
	>135	2.40	2.88	2.39	4.50	3.66

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

La figura 18 muestra que al igual que, en la localidad de Esquipulas Palo Gordo la mayor producción de frutos fue de la calidad chico (20-59 gr), sin embargo se observa que la producción en esta calidad fue mayor debido principalmente a que las temperaturas en la localidad de San José Las Islas son más altas lo cual hace que los frutos lleguen a su madurez fisiológica con mayor rapidez haciendo que los frutos no puedan seguir recibiendo los nutrientes que la planta produce y/o absorbe. Observamos que el comportamiento en cuanto a producción del híbrido fue el mismo en ambas localidades.

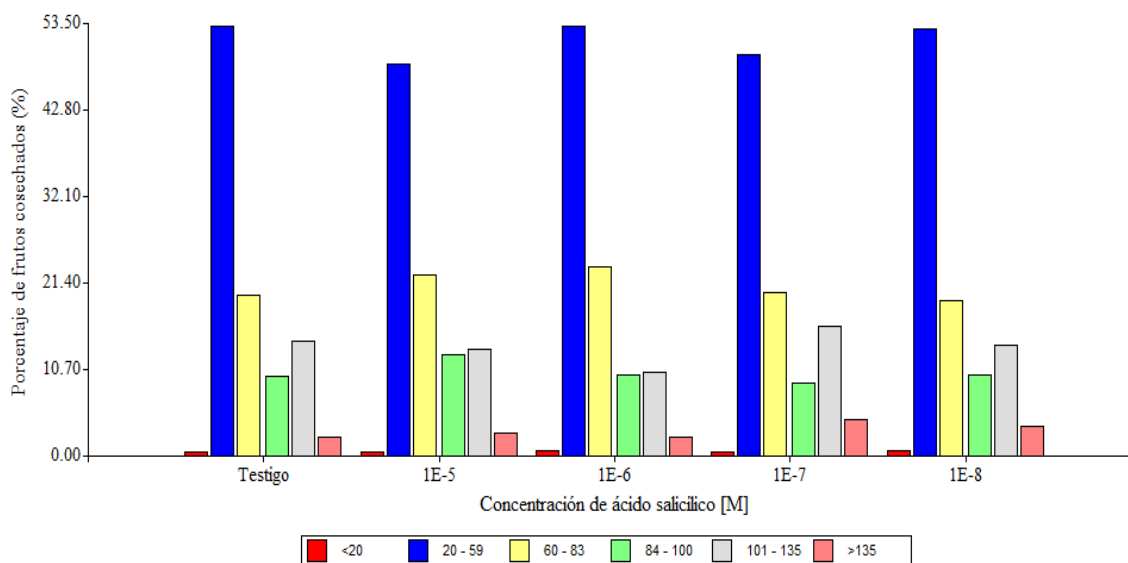


Figura 18. Efecto del ácido salicílico en la calidad de frutos de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

9.2.8 Rendimiento por planta

Para la variable rendimiento por planta, el análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa (Cuadro 17 del anexo), siendo el tratamiento 10^{-5} M de AS el que mejor rendimiento obtuvo respecto al testigo con una producción de $17.12 \text{ kg.planta}^{-1}$, lo que significa un aumento de 91% con respecto al testigo y 51% con respecto al tratamiento 10^{-8} M. En general todos los tratamientos donde se aplicó AS tuvieron un incremento en su producción con respecto al testigo (figura 17).

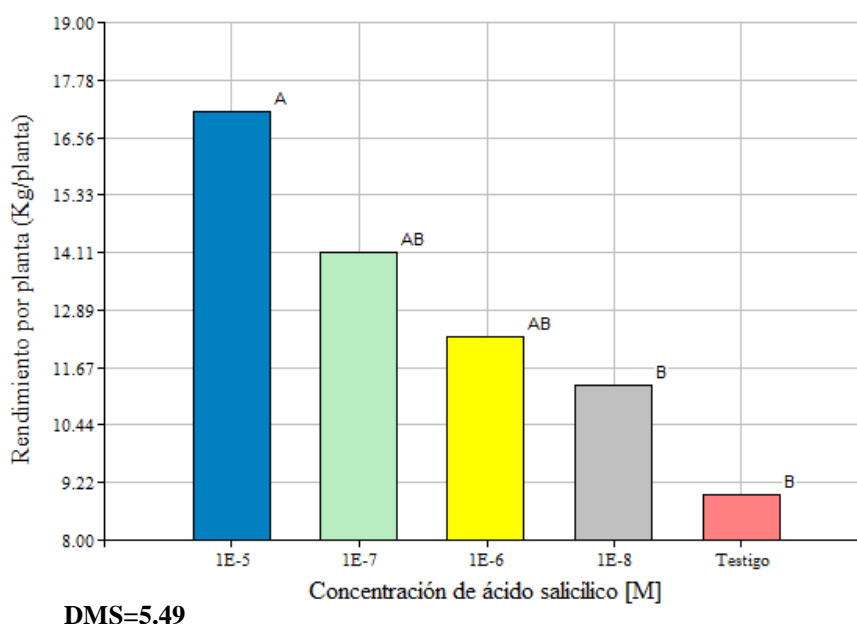


Figura 19. Efecto del ácido salicílico en el rendimiento por planta de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

Se observa que todos los tratamientos donde se aplicó AS superaron en producción al testigo, siendo el tratamiento 10^{-5} el que superó a todos los tratamientos con una producción casi del doble con respecto al testigo. En ambas localidades el tratamiento 10^{-5} M de AS fue el que mostró la mayor producción y en segundo lugar el tratamiento 10^{-7} M mostró la segunda mayor producción; ambos tratamientos superaron en producción en la localidad de Esquipulas Palo Gordo a lo que se produjo en la localidad de San José Las Islas. Los tratamientos 10^{-6} M y 10^{-8} M mostraron producciones similares en ambas localidades.

El testigo mostró las medias más bajas en ambas localidades sin embargo, en la localidad de Esquipulas Palo Gordo tuvo un rendimiento mayor en comparación a San José Las Islas.

9.2.9 Rendimiento por hectárea

El rendimiento por hectárea total se obtuvo luego de los 300 días de edad del cultivo. El análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa entre el tratamiento 10^{-5} M y el tratamiento 10^{-8} M y el testigo (Cuadro 18 del anexo), siendo los mejores tratamientos 10^{-5} M de AS el mejor tratamiento con $356661.03 \text{ kg.Ha}^{-1}$ y el tratamiento 10^{-7} M con una producción de $294160.00 \text{ kg.Ha}^{-1}$, equivalente a una producción de 35.67 kg/m^2 y 29.42 kg/m^2

respectivamente. Lo que significa un incremento de 91 y 57% respecto al testigo. En la figura 18 se observa que todos los tratamientos en los que se asperjó AS obtuvieron un incremento en cuanto a la producción con respecto al testigo.

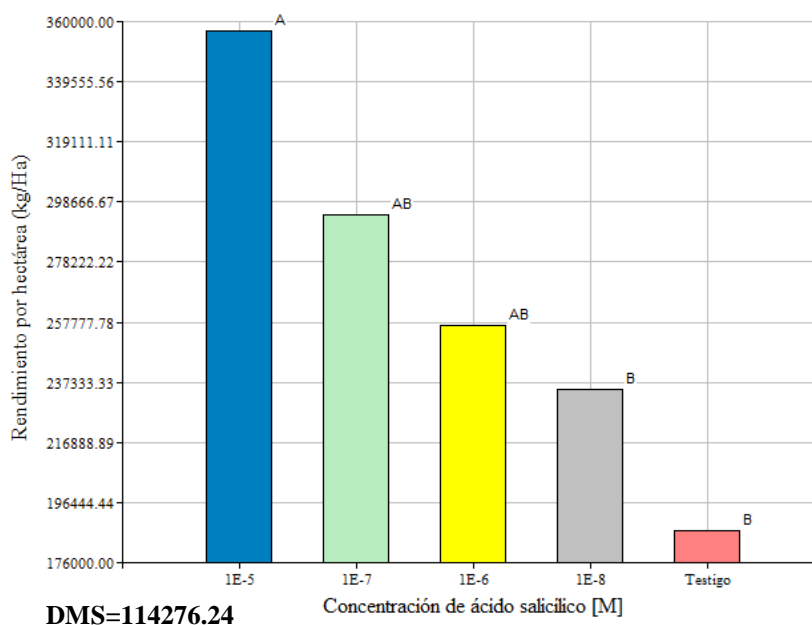


Figura 20. Efecto del ácido salicílico en el rendimiento por hectárea, en plantas de tomate indeterminado híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

El tratamiento 10^{-5} mostró el mejor rendimiento; en ambas localidades fue el que mostró mayor producción por área. En la localidad de Esquipulas Palo Gordo se observó una mayor producción en la mayoría de los tratamientos, siendo la producción menor, únicamente con el tratamiento 10^{-6} M.

En ambas localidades las aplicaciones de AS modificaron el comportamiento de la planta, teniendo una mayor producción en ambas localidades en comparación al testigo. De acuerdo a Arroyo, (2012) las plantas que son asperjadas con AS alteran su patrón de comportamiento, priorizando el envío de biomasa a la parte cosechable, mientras que las plantas donde no se asperjó AS priorizan la formación de biomasa vegetativa.

En cuanto a cosecha, todos los tratamientos donde se aplicó AS tuvieron una precocidad de 15 días en comparación al testigo, siendo la primera cosecha a los 65 días después del trasplante y la primera cosecha del testigo fue a los 80 días después del trasplante.

9.2.10 Análisis de correlación

El cuadro 5 muestra el análisis de correlación de las variables altura de planta, diámetro de tallo, racimos por planta, peso de fruto, flores por racimo, frutos por racimo y diámetro de fruto con el rendimiento en kg.Ha^{-1} para la localidad de San José Las Islas, San Marcos .

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables altura de planta, diámetro de tallo, racimos por planta, peso de fruto, flores por racimo, frutos por racimo, diámetro de fruto y el rendimiento, San José Las Islas, San Marcos.

Variable	Correlación
Altura de planta	0.4 *
Diámetro de tallo	0.09
Racimos por planta	0.54 **
Peso de fruto	0.33 *
Flores por racimo	0.79 **
Frutos por racimo	0.83 **
Diámetro de fruto	0.44 *

*Correlación significativa; **Correlación altamente significativa

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

Se observa que existió una correlación positiva entre las variables, altura de planta, racimos por planta, peso de fruto, flores por racimo, frutos por racimo y diámetro de fruto con el rendimiento, se observa una alta correlación con las variables racimos por planta, flores por racimo, frutos por racimo; significa que a mayor racimos por planta habrá mayor rendimiento al igual con las variables flores por racimo y frutos por racimo.

Las variables altura de planta y diámetro de frutos mostraron una correlación positiva moderada, significa que hay una relación que contribuye al aumento en el rendimiento.

La variable diámetro de tallo mostró una correlación positiva baja, muy cercana a cero lo que significa que no hay una relación directamente proporcional con el rendimiento.

9.2.11 Rentabilidad

En el cuadro 6 se observan los costos para una hectárea de producción de tomate, también se observa el ingreso por venta de la producción de cada uno de los tratamientos, así como el costo de producción y el ingreso por metro cuadrado de producción para la localidad de San José Las Islas.

Cuadro 6. Tasa interna de retorno por hectárea y por metro cuadrado de los tratamientos evaluados, San José Las Islas, San Marcos

COSTOS POR HECTÁREA		T0 (sin aplicación de AS)	T1 (10 ⁻⁵ M)	T2 (10 ⁻⁶ M)	T3 (10 ⁻⁷ M)	T4 (10 ⁻⁸ M)
INSUMOS	Pilón	Q30,208.33	Q30,208.33	Q30,208.33	Q30,208.33	Q30,208.33
	Agroquímicos	Q183,148.15	Q183,148.15	Q183,148.15	Q183,148.15	Q183,148.15
	Fertilizantes	Q188,425.93	Q181,134.26	Q181,134.26	Q181,134.26	Q181,134.26
	Cinta de riego	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52
	Pita, trampas y otros insumos	Q12,129.63	Q12,129.63	Q12,129.63	Q12,129.63	Q12,129.63
	Agua de riego	Q1,700.00	Q1,700.00	Q1,700.00	Q1,700.00	Q1,700.00
MANO DE OBRA	Preparación del suelo	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15
	Siembra	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07
	Tutorado	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07	Q4,174.07
	Aplicación agroquímicos	Q133,570.37	Q133,570.37	Q133,570.37	Q133,570.37	Q133,570.37
	Podas	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33
	Aplicación fertilizantes	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33	Q66,833.33
	Cosecha	Q100,177.78	Q100,177.78	Q100,177.78	Q100,177.78	Q100,177.78
Tratamientos	Agua destilada	Q0.00	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52	Q18,518.52
	Acido salicílico	Q0.00	Q0.20	Q0.02	Q0.01	Q0.01
	Alcohol etílico (95%)	Q0.00	Q3.70	Q3.70	Q3.70	Q3.70
	Preparación del AS	Q0.00	Q1,043.52	Q1,043.52	Q1,043.52	Q1,043.52
	Aplicación de AS	Q0.00	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15	Q8,348.15
	COSTO TOTAL	Q818,241.67	Q838,864.09	Q838,863.91	Q838,863.90	Q838,863.90
	costo por metro cuadrado	Q81.82	Q83.89	Q83.89	Q83.89	Q83.89
INGRESOS POR Invernadero		T0 (sin aplicación de AS)	T1 (10 ⁻⁵ M)	T2 (10 ⁻⁶ M)	T3 (10 ⁻⁷ M)	T4 (10 ⁻⁸ M)
	Rendimiento kg/hectárea	186,681.52	356,661.03	256,566.23	294,160.00	234,979.31
	Precio estandarizado	Q5.50	Q5.50	Q5.50	Q5.50	Q5.50
	Ingreso total	Q1,026,748.36	Q1,961,635.67	Q1,411,114.27	Q1,617,880.00	Q1,292,386.21
	Ingreso por metro cuadrado	Q102.67	Q196.16	Q141.11	Q161.79	Q129.24
	Ganancia neta	Q208,506.69	Q1,122,771.58	Q572,250.36	Q779,016.10	Q453,522.31
	Ganancia neta por metro cuadrado	Q20.85	Q112.28	Q57.23	Q77.90	Q45.35
Análisis económico						
	Tasa de retorno sobre la inversión inicial	125.48	233.84	168.22	192.87	154.06

Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

Se observa que todos los tratamientos mostraron tener una tasa de retorno sobre la inversión inicial mayor a 100, lo cual indica que se obtuvieron ganancias con todos los tratamientos, sin embargo, el tratamiento 10^{-5} M de AS fue el que mayor tasa de retorno produjo con 233.84, lo que significa que por cada Q100.00 invertidos se recibirán Q233.84, misma relación se debe aplicar a cada uno de los tratamientos restantes; el tratamiento 10^{-7} M, mostró la segunda tasa mayor con 192.87; en tercer lugar el tratamiento 10^{-6} M con 168.22, luego el tratamiento 10^{-8} M con una tasa de 154.06 y en último lugar el testigo con una tasa de 125.48.

En cuanto a ganancia por unidad de superficie, el tratamiento 10^{-5} M produjo Q112.28 por metro cuadrado de producción, quintuplicando las ganancias con respecto al testigo, luego el tratamiento 10^{-7} M produjo una ganancia de Q77.90 por metro de producción, siendo más del triple de ganancias con respecto al testigo; el tratamiento 10^{-6} M produjo una ganancia de Q57.23 y el tratamiento 10^{-8} M produjo una ganancia de Q45.35, todos los tratamientos superaron en cuanto a las ganancias al testigo, siendo las ganancias del testigo Q20.85 por metro cuadrado de producción, lo que demuestra que al aplicar AS a plantas de tomate produjo ganancias considerables.

10 Conclusiones

1. La aplicación de ácido salicílico mostró tener un efecto sobre el comportamiento de las plantas de tomate híbrido Blindado, haciéndolas producir una mayor cantidad de frutos y por lo tanto una mayor producción, además la producción de racimos florales y el tiempo a la primer cosecha se vieron afectadas por la aplicación de AS, teniendo la aparición del primer racimo floral en ambas localidades a los 14 días después del trasplante y una precocidad a la cosecha de 15 días en ambas localidades con respecto al testigo.
2. Estadísticamente, la aplicación de ácido salicílico no tuvo un efecto en la altura de planta, diámetro del tallo, racimos producidos por planta, número de flores por racimo, diámetro de frutos y peso de frutos en ambas localidades; sin embargo si hubo diferencia estadística significativa para las variables frutos por racimo, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea, se acepta la hipótesis uno para las variables frutos por racimo, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea.
3. El tratamiento 10^{-5} M tuvo una producción de $401,789.34 \text{ kg.Ha}^{-1}$ equivalente a una producción de 40.18 kg/m^2 representando un incremento de 72% con respecto al testigo en la localidad de Esquipulas Palo Gordo; en la localidad de San José Las Islas, el tratamiento 10^{-5} M de AS obtuvo un rendimiento de $356,661.03 \text{ kg.Ha}^{-1}$ equivalente a una producción de 35.67 kg/m^2 , significa un incremento de 91% con respecto al testigo, habiendo diferencias significativa por lo que se acepta la hipótesis dos.
4. Los tratamientos 10^{-5} M y 10^{-7} M mostraron tener las mayores tasas de retorno en la localidad de Esquipulas Palo Gordo siendo 263.43 y 235.37 respectivamente, la ganancia neta por metro cuadrado de producción equivalen a Q137.10 y Q113.56 mientras que el testigo obtuvo una ganancia de Q46.10. En San José Las Islas los tratamientos 10^{-5} M y 10^{-7} M también mostraron las tasas de retorno mayor con 233.84 y 192.87 respectivamente, las ganancias ascendieron a Q112.28 y Q77.90 por metro cuadrado de producción, en tanto que el testigo obtuvo una ganancia de Q20.85. Por lo tanto se acepta la hipótesis tres.
5. Las plantas que fueron asperjadas con AS mostraron tener una mayor tolerancia a enfermedades en comparación al testigo.
6. Los frutos provenientes de plantas que fueron asperjadas con AS mostraron tener una mayor vida de anaquel en comparación con los frutos de las plantas testigo.

11 Recomendaciones

1. Evaluar el efecto del ácido salicílico en otros híbridos y variedades de tomate para conocer el comportamiento de las plantas en su producción.
2. Se recomienda la dosis 10^{-5} M de AS para lograr una mayor producción de frutos de tomate por racimo y por ende un mayor rendimiento por planta y por área.
3. Se recomienda utilizar la dosis 10^{-5} M de AS debido a que produjo las mayores ganancias.
4. Se recomienda el uso de agua de lluvia como sustituto del agua destilada para disminuir los costos del tratamiento.
5. Realizar investigaciones sobre el efecto que puede tener el AS en incrementar la tolerancia a enfermedades en los diversos cultivos.
6. Realizar investigaciones sobre el efecto que puede tener el AS en la vida post-cosecha de los frutos de tomate.
7. Realizar análisis bromatológicos a frutos provenientes de plantas asperjadas con AS para conocer si hay algún efecto en el contenido nutricional de dichos frutos.
8. Investigar el efecto del AS en otros cultivos de importancia agrícola.

12 Referencias bibliográficas

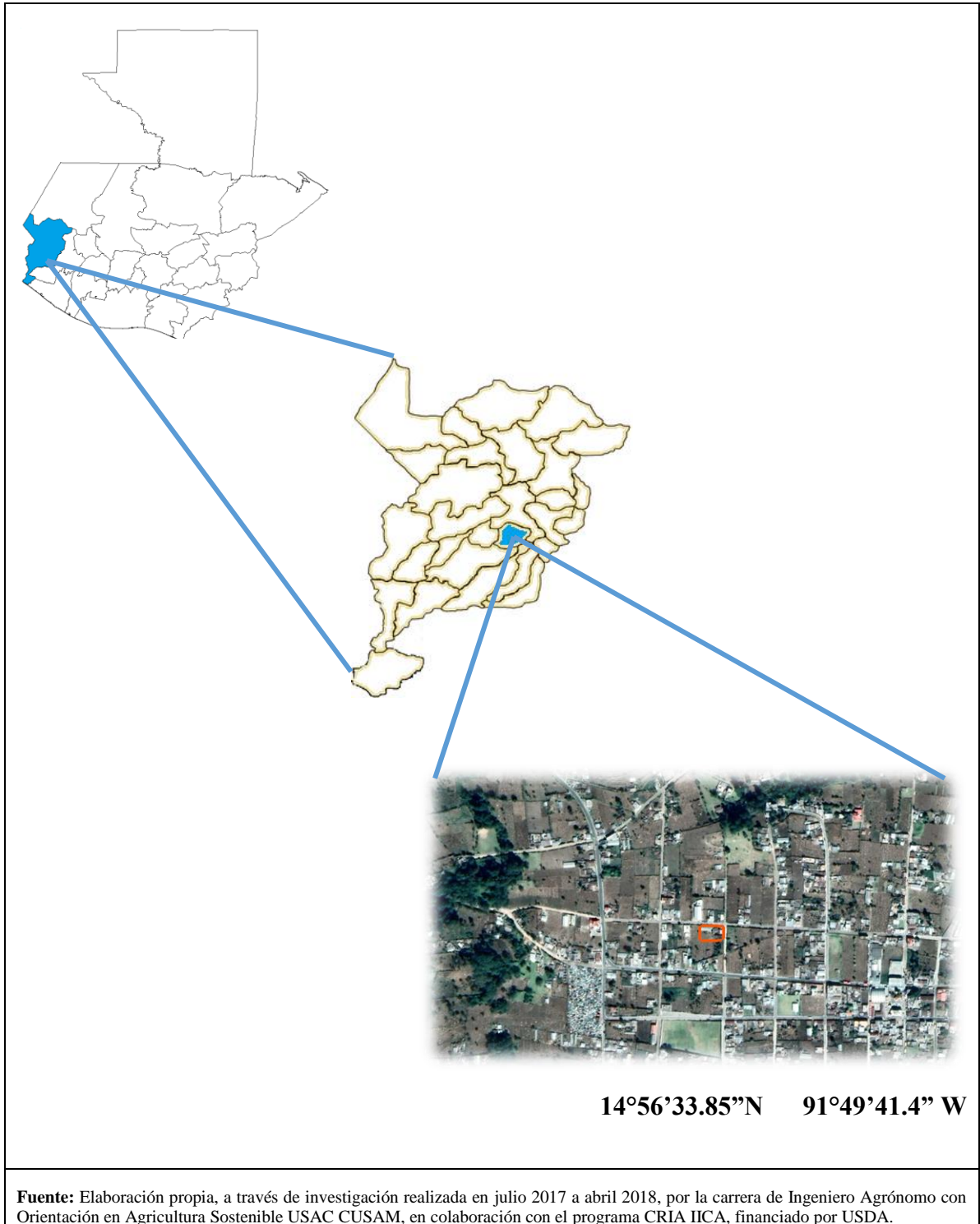
- Anchondo-Aguilar, A; Núñez-Barríos, A; Ruiz-Anchondo, T; Martínez-Tellez, J; Vergara-Yoisura, S; Larqué-Saavedra, A. (s.f). Efecto del ácido salicílico en la bioproductividad de la fresa (*Fragaria ananassa*) cv Aromosa (en línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n2/v2n2a10.pdf>
- Benavides Mendoza A. (s.f.). El ácido salicílico es un agente señalizador y promotor de resistencia biótica y abiótica en las plantas (En línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: http://abenmen.com/a/rev_salicilico.pdf
- El uso del ácido salicílico y fosfonatos (fosfitos) para activación del sistema de resistencia adquirida de la planta (2008). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA_Produccion_Uso_de_Acido_Salicilico_Y_Fosfitos_01_08.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia) 1998. RENTABILIDAD (en línea). Consultado 20 nov. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s09.htm#TopOfPage>
- Javaheri, M; Mashayekhi, K; Dadkhah, A; Zaker Tavallae, F. 2012. Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (En línea). Consultado 18 jul. 2016. Disponible en: <http://ijagcs.com/wp-content/uploads/2012/10/1184-1187.pdf>
- Larqué-Saavedra, A; Martín-Mex, R; Nexticapan-Garcéz, A; Vergara-Yoisura, S. 2009. Uso de compuestos tipo aspirina alternativa en la productividad de hortalizas en Campeche (En línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: www.fomixcampeche.gob.mx/documentos/articulos_02/focare_02_aspirina.pdf
- Larqué-Saavedra, A; Martín-Mex, R; Nexticapan-Garcéz, A; Vergara-Yoisura, S; Gutiérrez-Rendón M. (s.f.). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) (En línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v16n3/v16n3a6.pdf>
- López Tejeda, R; Camacho Rodríguez, V; Gutiérrez Coronado, M. 1998. Aplicación de ácido salicílico para incrementar el rendimiento agronómico en tres variedades de trigo (En línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/16/1/art43-48.pdf>
- Manual de plan de manejo integrado de enfermedades del tomate en Guatemala (*Solanum lycopersicum* L.). 2015. Consultado 7 jul. 2016. Disponible en: <http://proyectoadaintegracion.gt/wp-content/uploads/2014/01/Manual-de-Manejo-Integrado-de-Enfermedades-del-Tomate.pdf>
- Martin-Mex, R., A. Nexticapan-Garcez and A. Larqué Saavedra. 2013. Potential benefits of salicylic acid in food production. In: Hayat, S., and A. Ahmad (eds). Salicylic Acid-Plant Growth and Development. Springer, Dordrecht. The Netherlands (en línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: <https://books.google.com.gt/books?id=ac9AAAAAQBAJ&pg=PA80&dq=Salicylic+Acid>

d-Plant+Growth+and+Development.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjQ_OCx-e7PAhWCdz4KHcRyDnUQ6AEIGjAA#v=onepage&q=Salicylic%20Acid-Plant%20Growth%20and%20Development.&f=false

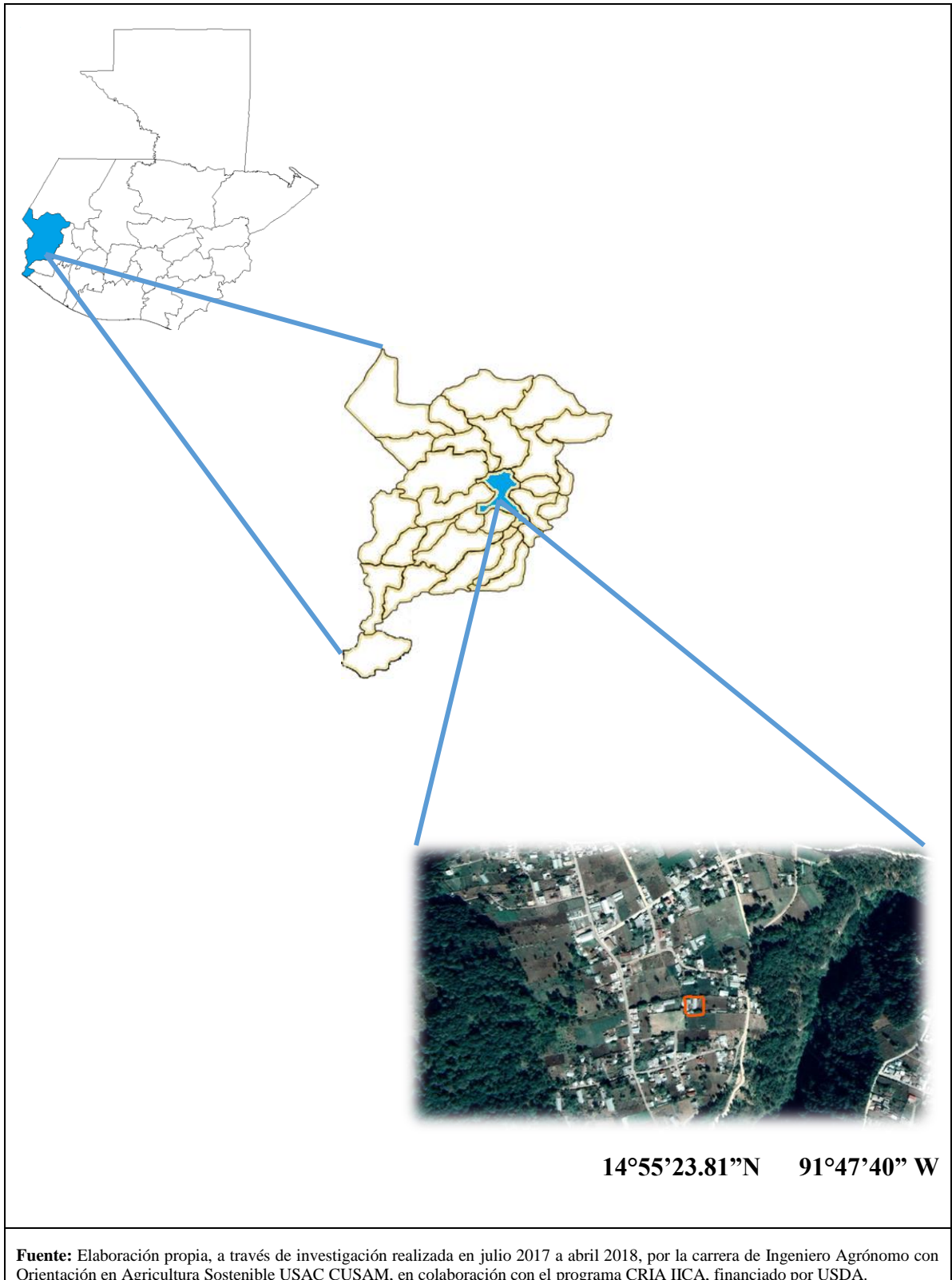
- May Pat, J A. 2005. Efecto del ácido salicílico en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en invernadero (en línea). Tesis Ing. Agr. Especialista en suelos. Texcoco de Mora, México, Universidad Autónoma Chapingo. Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: <http://suelos.chapingo.mx/tesis/tesis/221.pdf>
- Porres, V; de León, E; Cifuentes, R. 2015. Evaluación de cuatro híbridos de tomate y tres programas de fertilización bajo condiciones de invernadero en el departamento de Sololá. (En línea). Consultado 4 ago. Disponible en: <http://uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-30/REV-30-pags-71-77.pdf>
- Ramírez Zambrano, R. 2012. Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. Fordhook) (en línea). Tesis Ing. En agrobiología. Coahuila, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Consultado 4 ago. 2016. Disponible en: <http://biblioteca.uaaan.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=62236>
- Rangel Sánchez, G; Castro Mercado, E; Beltran Peña, E; Reyes de la Cruz, H; García Pineda, E. 2010. El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas (En línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en <http://www.biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/viewFile/83/83>
- Rodríguez Larramendi, L; Matos Y; Santos, P; Infante, S. 2008. Crecimiento, floración y fructificación en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L., var. Vyta) provenientes de semillas tratadas con ácido salicílico (En línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V35-Numero_1/cag061081587.pdf
- Shahba, Z; Baghizadeh, A; Yosefi, m. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl). *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. Vol. 6 Núm. 3, 4-16.
- Valz De Campollo, AP. 2014. Evaluación de productos alternativos para el control de mildiu polvoriento en el cultivo de rosa (en línea). Tesis Lic. Guatemala de la Asunción, Guatemala, URL. Consultado 4 ago. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/11/Pagliara-Anabella.pdf>
- Yildirim, E; Dursun, A. 2009. Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. pp. 395-400. TÜZEL, Y. et al. Proc. IS on Prot. Cult. Mild Winter Climate. (eds.) *Acta Horticulturae* 807 p.

Anexos

1 Mapa de la localidad de Esquipulas Palo Gordo, municipio de Esquipulas Palo Gordo y departamento de San Marcos



2 Mapa de la localidad de San José Las Islas, municipio de San Marcos y departamento de San Marcos



Fuente: Elaboración propia, a través de investigación realizada en julio 2017 a abril 2018, por la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible USAC CUSAM, en colaboración con el programa CRIA IICA, financiado por USDA.

3 Análisis de varianza

Cuadro 1 Análisis de varianza para altura de planta de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media altura de planta (m)..	25	0.08	0.00	5.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Altura de planta (m)	0.13	4	0.03	0.44	0.7809
Error	1.44	20	0.07		
Total	1.57	24			

Cuadro 2 Análisis de varianza para diámetro de tallo de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media diámetro de tallo (m..	25	0.25	0.10	5.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Diámetro de tallo (mm)	8.84	4	2.21	1.66	0.1988
Error	26.63	20	1.33		
Total	35.46	24			

Cuadro 3 Análisis de varianza para racimos por planta de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media racimos por planta	25	0.27	0.12	14.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Racimos por planta	21.75	4	5.44	1.83	0.1622
Error	59.36	20	2.97		
Total	81.11	24			

Cuadro 4 Análisis de varianza para número de flores por racimo por planta de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media número de flores por..	25	0.31	0.17	19.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Número de flores por racim..	91.36	4	22.84	2.25	0.1001
Error	203.20	20	10.16		
Total	294.56	24			

Cuadro 5 Análisis de varianza para número de frutos por racimo por planta de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media Número de frutos por..	25	0.46	0.35	20.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Número de frutos por racim..	127.78	4	31.94	4.30	0.0114
Error	148.60	20	7.43		
Total	276.38	24			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.15870

Error: 7.4300 gl: 20

Número de frutos por racim..	Medias	n	E.E.	
1E-5	16.55	5	1.22	A
1E-6	14.35	5	1.22	A B
1E-7	14.10	5	1.22	A B
1E-8	13.40	5	1.22	A B
Testigo	9.60	5	1.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 6 Análisis de varianza para diámetro de frutos de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media diámetro de fruto (m..	25	0.28	0.14	11.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Diámetro de fruto (mm)	296.96	4	74.24	1.98	0.1366
Error	750.13	20	37.51		
Total	1047.09	24			

Cuadro 7 Análisis de varianza para peso de frutos de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media peso de fruto (gr)	25	0.32	0.18	16.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Peso de fruto (gr)	1930.51	4	482.63	2.32	0.0924
Error	4163.61	20	208.18		
Total	6094.13	24			

Cuadro 8 Análisis de varianza para rendimiento por planta de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media rendimiento por plan..	25	0.50	0.40	26.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Rendimiento por planta (kg..	281.07	4	70.27	4.97	0.0060
Error	282.64	20	14.13		
Total	563.71	24			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.11450

Error: 14.1318 gl: 20

Rendimiento por planta (kg.. Medias n E.E.					
1E-5	19.29	5	1.68	A	
1E-7	17.23	5	1.68	A	B
1E-8	11.76	5	1.68		B
1E-6	11.75	5	1.68		B
Testigo	11.16	5	1.68		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 9 Análisis de varianza para rendimiento por hectárea de tomate indeterminado, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media rendimiento por parc..	25	0.50	0.40	26.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	121993429463.64	4	30498357365.91	4.97	0.0060
Rendimiento por parcela (k..	121993429463.64	4	30498357365.91	4.97	0.0060
Error	122671791195.01	20	6133589559.75		
Total	244665220658.66	24			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=148218.80405

Error: 6133589559.7507 gl: 20

Rendimiento por parcela (k.. Medias n E.E.					
1E-5	401789.34	5	35024.53	A	
1E-7	358985.26	5	35024.53	A	B
1E-8	245002.28	5	35024.53		B
1E-6	244799.91	5	35024.53		B
Testigo	232596.87	5	35024.53		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 10 Análisis de varianza para altura de planta de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media altura de planta (m)..	25	0.34	0.21	5.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Altura de planta (m)	0.79	4	0.20	2.61	0.0667
Error	1.52	20	0.08		
Total	2.31	24			

Cuadro 11 Análisis de varianza para diámetro de tallo de tomate indeterminado Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media diámetro de tallo (m)..	25	0.25	0.10	4.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Diámetro de tallo (mm)	4.70	4	1.17	1.63	0.2049
Error	14.38	20	0.72		
Total	19.07	24			

Cuadro 12 Análisis de varianza para racimos por planta de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media racimos por planta	25	0.26	0.11	11.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Racimos por planta	12.79	4	3.20	1.73	0.1834
Error	37.00	20	1.85		
Total	49.79	24			

Cuadro 13 Análisis de varianza para número de flores por racimo por planta de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media número de flores por..	25	0.30	0.17	13.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Número de flores por racim..	41.36	4	10.34	2.19	0.1069
Error	94.40	20	4.72		
Total	135.76	24			

Cuadro 14 Análisis de varianza para número de frutos por racimo por planta de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media Número de frutos por..	25	0.42	0.31	18.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Número de frutos por racim..	86.05	4	21.51	3.65	0.0218
Error	117.95	20	5.90		
Total	204.00	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.59600

Error: 5.8975 gl: 20

Número de frutos por racim..	Medias	n	E.E.
1E-5	15.20	5	1.09 A
1E-6	13.90	5	1.09 A B
1E-8	13.10	5	1.09 A B
1E-7	12.95	5	1.09 A B
Testigo	9.60	5	1.09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 15 Análisis de varianza para diámetro de frutos de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media diámetro de fruto (m..)	25	0.39	0.27	5.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Diámetro de fruto (mm)	93.18	4	23.29	3.24	0.0334
Error	143.76	20	7.19		
Total	236.94	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.07405

Error: 7.1882 gl: 20

Diámetro de fruto (mm)	Medias	n	E.E.		
1E-7	53.35	5	1.20	A	
1E-5	51.34	5	1.20	A	B
1E-8	49.54	5	1.20	A	B
Testigo	49.26	5	1.20	A	B
1E-6	47.72	5	1.20		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 16 Análisis de varianza para peso de frutos de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media peso de fruto (gr)	25	0.30	0.16	12.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Peso de fruto (gr)	1002.48	4	250.62	2.17	0.1096
Error	2310.38	20	115.52		
Total	3312.85	24			

Cuadro 17 Análisis de varianza para rendimiento por planta de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media rendimiento por plan..	25	0.53	0.43	22.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Rendimiento por planta (kg..	188.41	4	47.10	5.61	0.0034
Error	168.01	20	8.40		
Total	356.42	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.48526

Error: 8.4004 gl: 20

Rendimiento por planta (kg..	Medias	n	E.E.		
1E-5	17.12	5	1.30	A	
1E-7	14.12	5	1.30	A	B
1E-6	12.32	5	1.30	A	B
1E-8	11.28	5	1.30		B
Testigo	8.96	5	1.30		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 18 Análisis de varianza para rendimiento por hectárea de tomate indeterminado, Aldea San José Las Islas, Municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media rendimiento por parc..	25	0.53	0.43	22.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	81774635062.20	4	20443658765.55	5.61	0.0034
Rendimiento por parcela (k..	81774635062.20	4	20443658765.55	5.61	0.0034
Error	72920552481.62	20	3646027624.08		
Total	154695187543.83	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=114276.23581

Error: 3646027624.0812 gl: 20

<u>Rendimiento por parcela (k..</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>		
1E-5	356661.03	5	27003.81	A	
1E-7	294160.00	5	27003.81	A	B
1E-6	256566.23	5	27003.81	A	B
1E-8	234979.31	5	27003.81		B
<u>Testigo</u>	<u>186681.52</u>	<u>5</u>	<u>27003.81</u>		<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4 Gráficos y ecuaciones de regresión

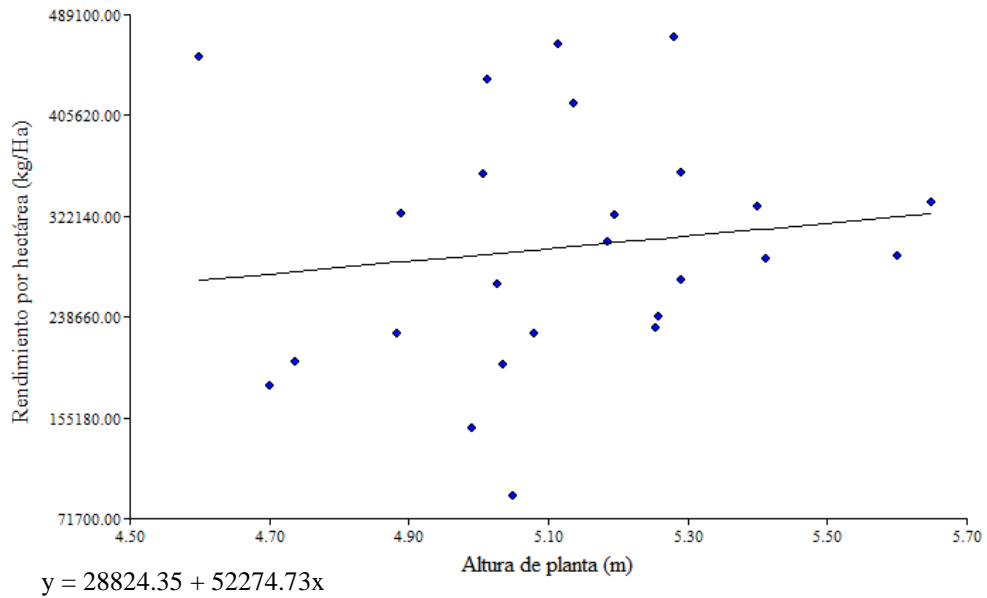


Figura 21. Regresión lineal entre altura de planta (m) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

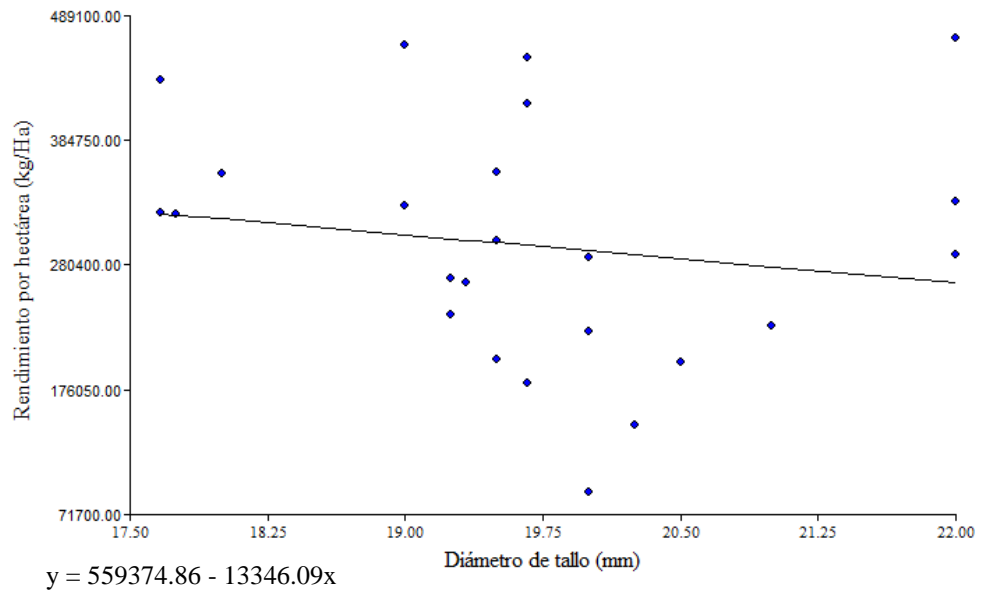


Figura 22. Regresión lineal entre diámetro de tallo (mm) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

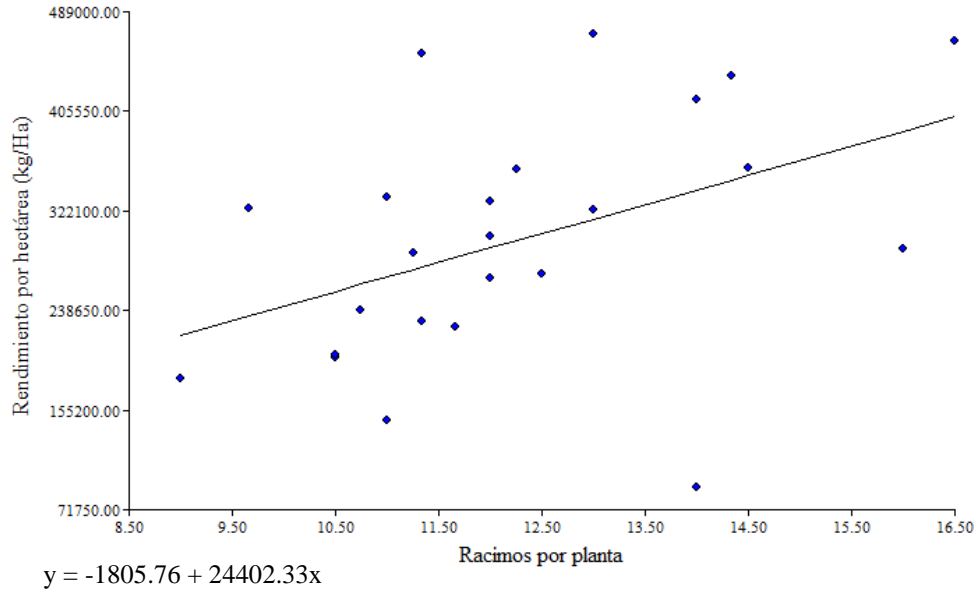


Figura 23. Regresión lineal entre racimos por planta y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

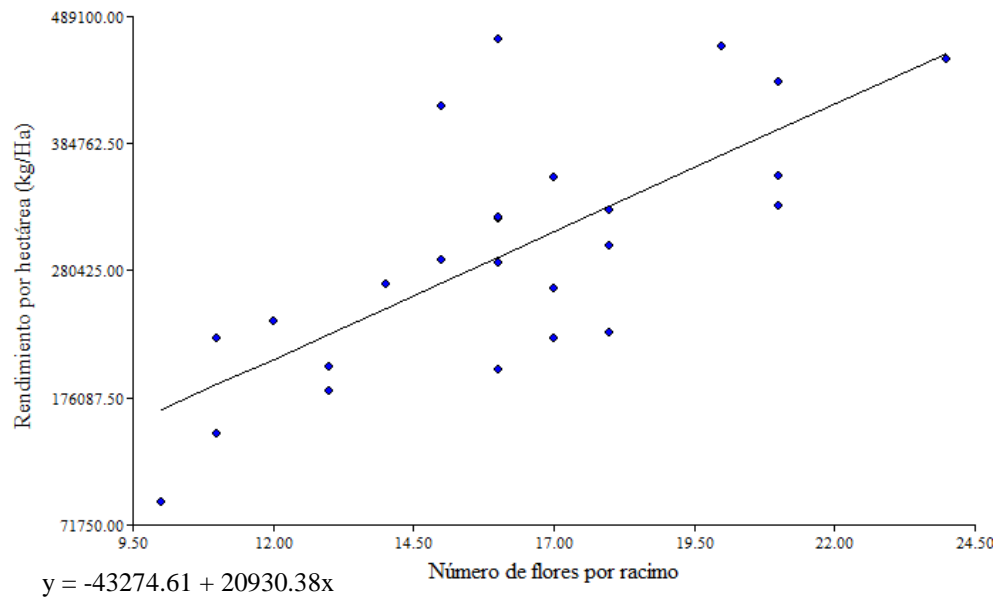


Figura 24. Regresión lineal entre flores por racimo y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

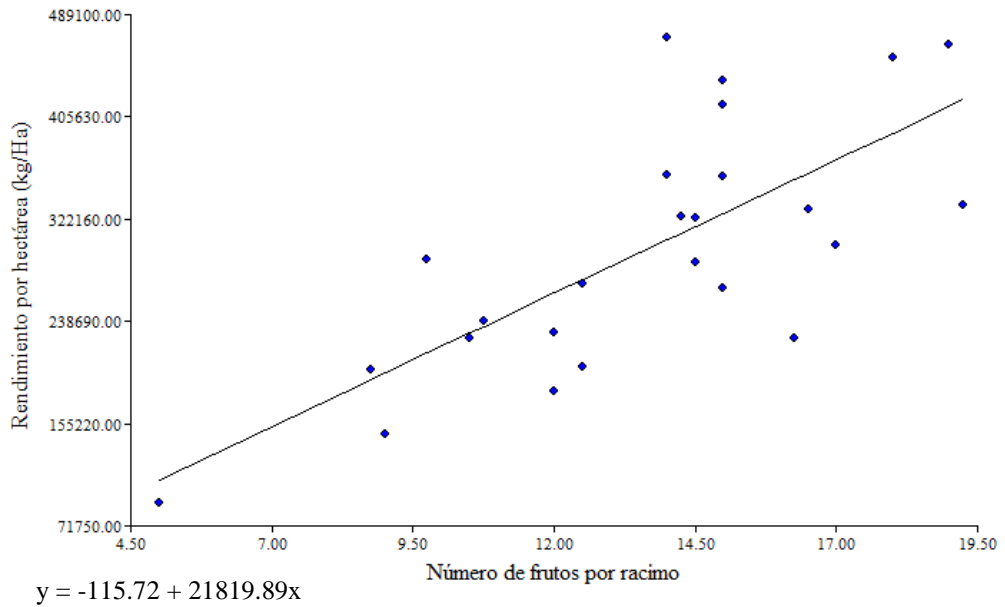


Figura 25. Regresión lineal entre frutos por racimo y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

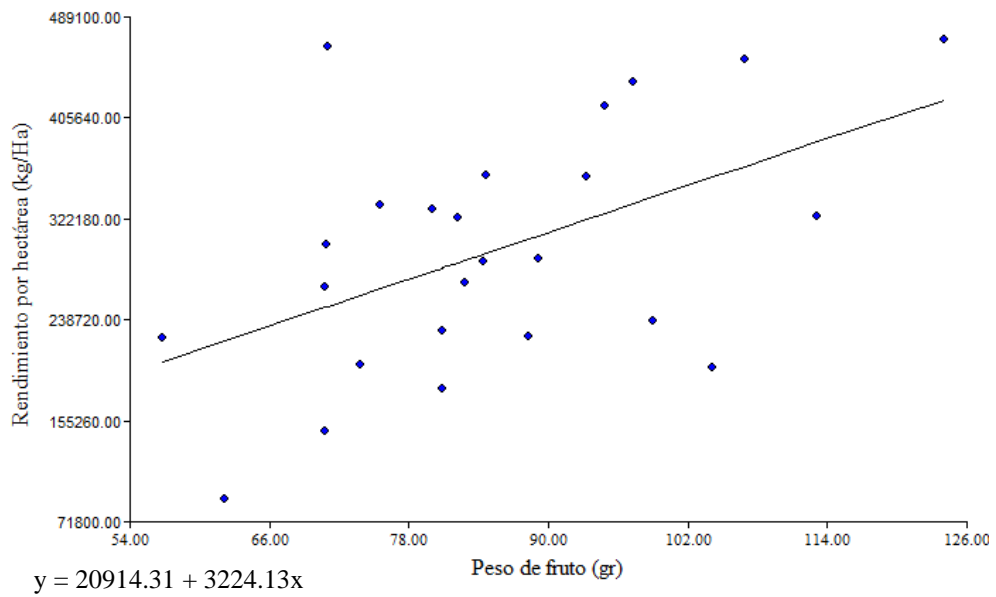


Figura 26. Regresión lineal entre peso de fruto (g) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

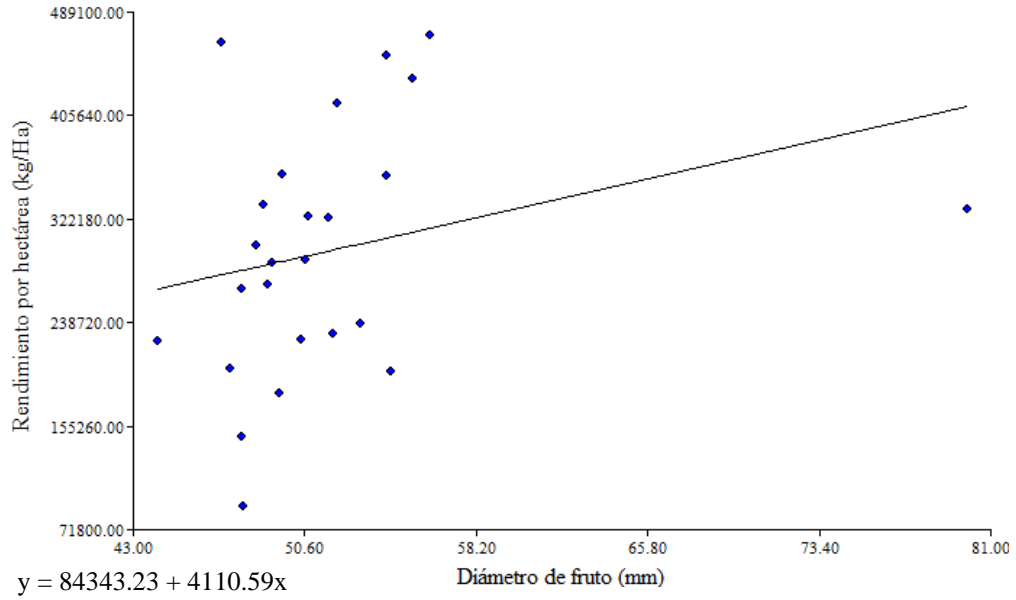


Figura 27. Regresión lineal entre diámetro de fruto (mm) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, Esquipulas Palo Gordo.

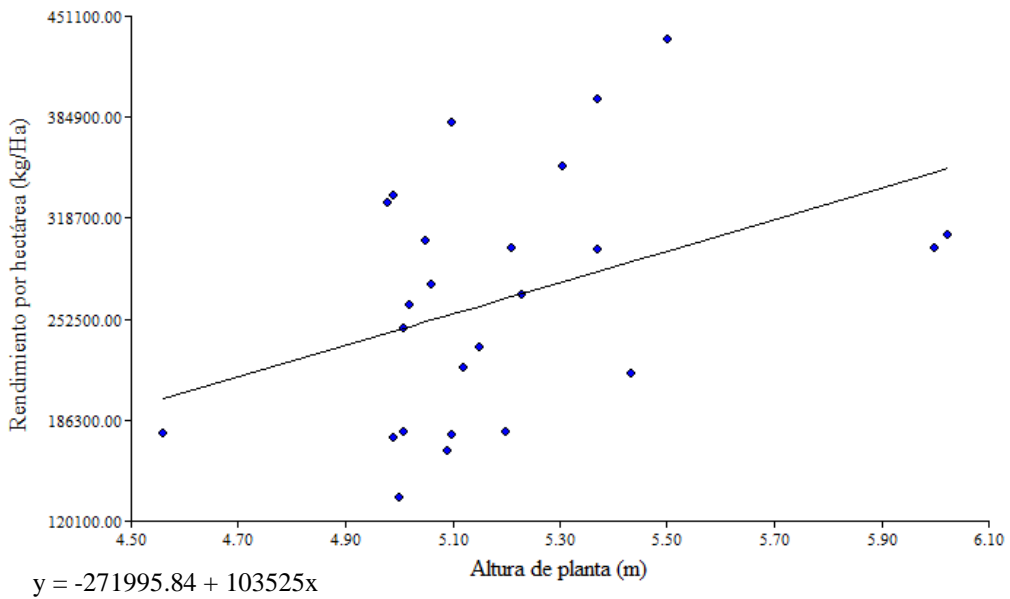


Figura 28. Regresión lineal entre altura de planta (m) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

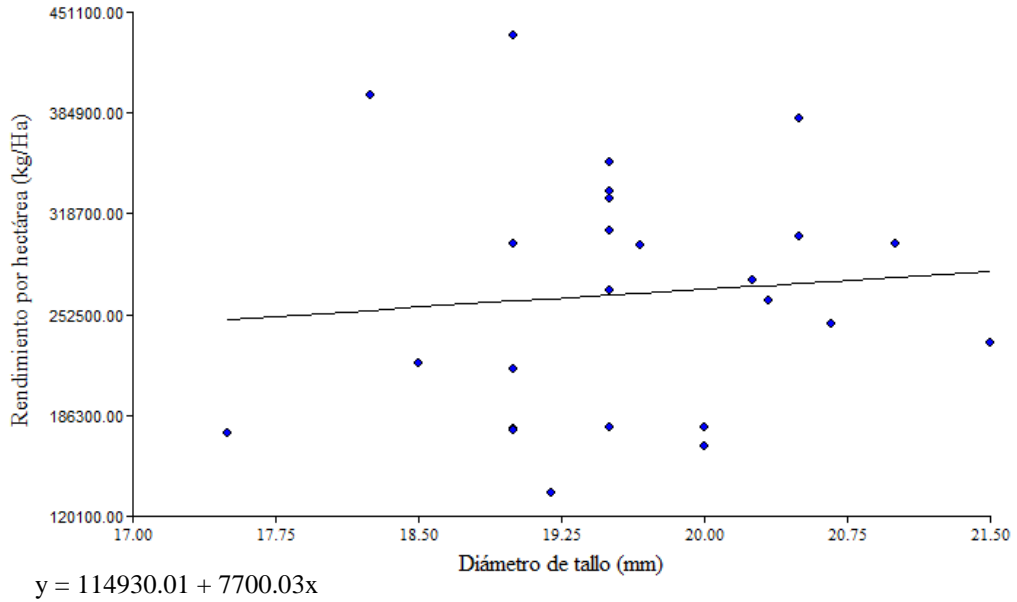


Figura 29. Regresión lineal entre diámetro de tallo (mm) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

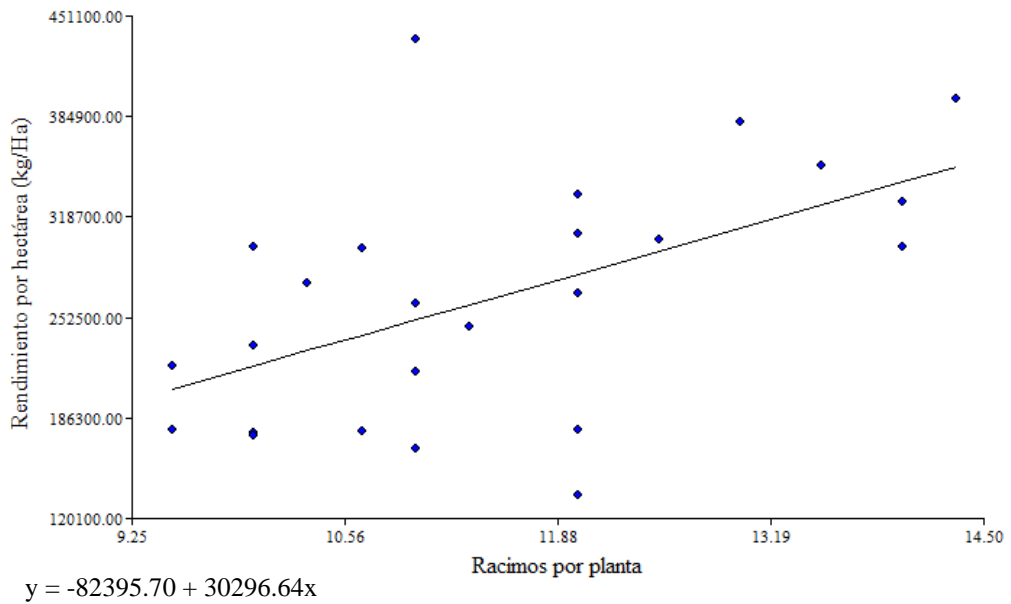


Figura 30. Regresión lineal entre racimos por planta y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

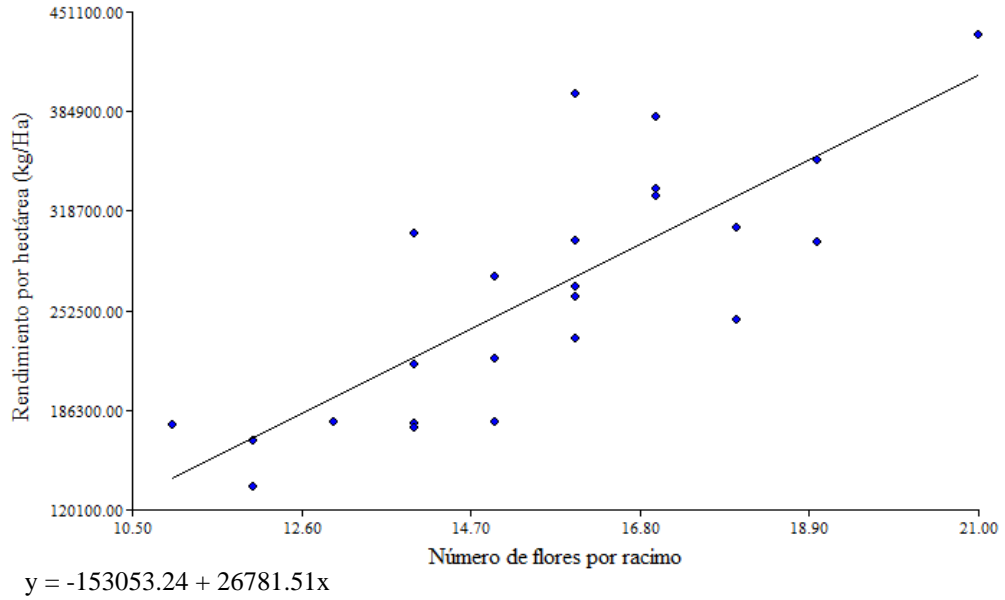


Figura 31. Regresión lineal entre flores por racimo y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

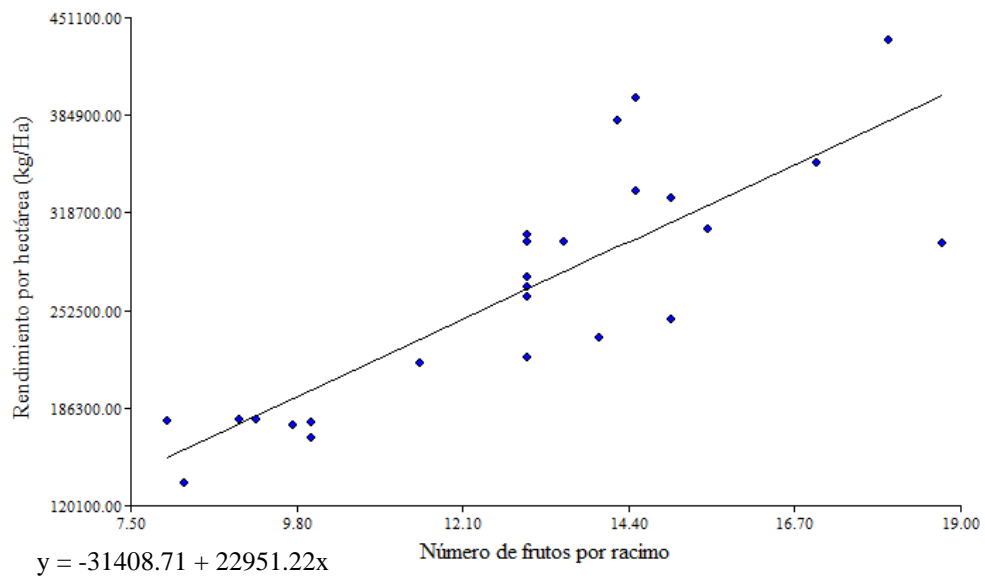


Figura 32. Regresión lineal entre frutos por racimo y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

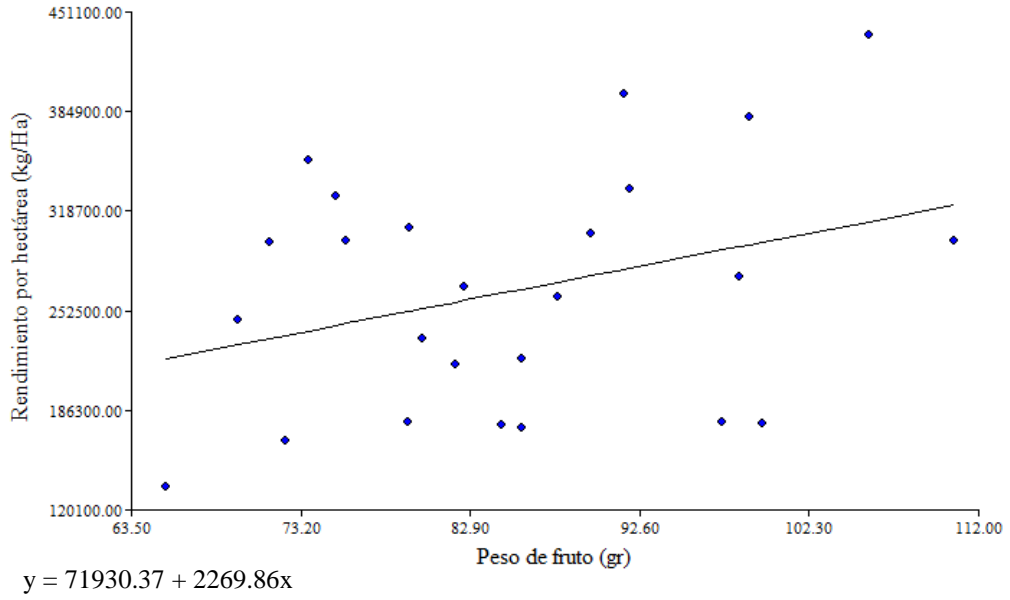


Figura 33. Regresión lineal entre peso de fruto (g) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

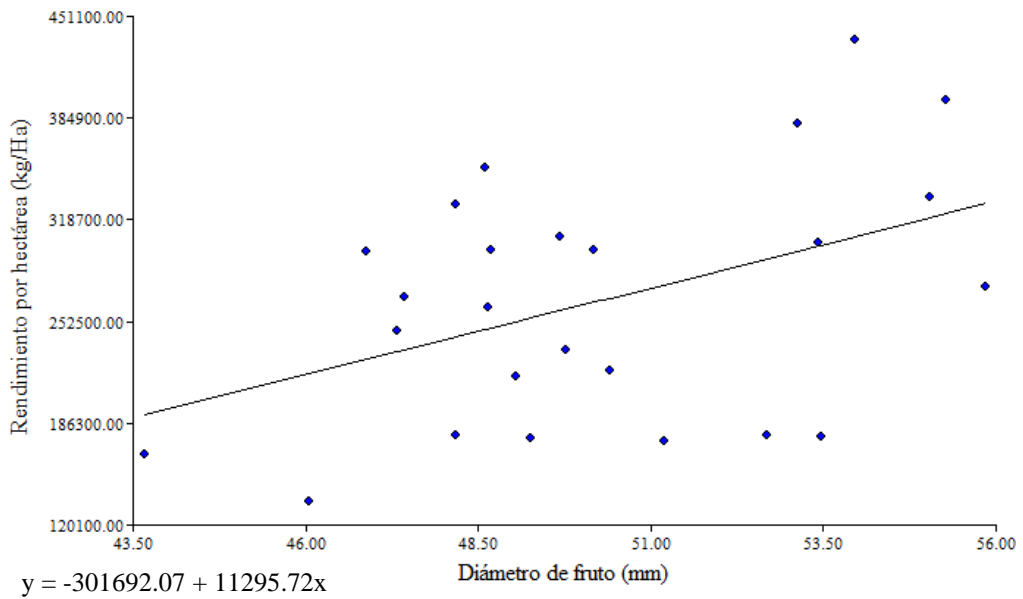


Figura 34. Regresión lineal entre diámetro de fruto (mm) y rendimiento (kg.Ha⁻¹) de tomate híbrido Blindado, San José Las Islas, San Marcos.

5 Matrices para colecta de datos

- Rendimiento por parcela

Repetición	Tratamiento	Variable: Rendimiento por parcela (Kg/Ha)						
		Planta						
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Rendimiento por planta**

Repetición	Tratamiento	Variable: Rendimiento por planta (Kg/planta)						
		Planta No.						
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Peso por fruto**

Repetición	Tratamiento	Variable: Peso por fruto (gr)						
		Racimo No.			Planta No.			
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Altura de planta**

Repetición	Tratamiento	Variable: Altura de planta (cm)						
		Plantas						
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Diámetro del tallo**

Repetición	Tratamiento	Variable: Diámetro de tallo (mm)						
		Plantas						
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Numero de flores por racimo**

Repetición	Tratamiento	Variable: Número de flores por racimo						
		Racimo No.			Planta No.			
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Diámetro del fruto**

Repetición	Tratamiento	Variable: Diámetro de frutos (mm)						
		Racimo No.			Plantas No.			
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Numero de frutos por racimo**

Repetición	Tratamiento	Variable: Número de frutos por racimo						
		Racimo No.			Planta No.			
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

- **Numero de racimos por planta**

Repetición	Tratamiento	Variable: Número de racimos por planta						
		Plantas						
		1	2	3	4	5	6	7
1	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
2	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
3	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
4	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							
5	T0							
	T1							
	T2							
	T3							
	T4							

6 Escala de calidad de fruto respecto a su peso

Tamaño	Peso
Chico	20 – 59 gramos
Mediano	60 – 83 gramos
Grande	84 – 100 gramos
Extra grande	100 – 135 gramos

Fuente: Horticultura Group, disponible en:
http://www.premierhorticultura.com/exportacion_premier_horticultura_group.html

7 Fotografías

Fotografía 1. Plantas de tomate ya trasplantadas.



Fotografía 2, 3 y 4. Preparación de las soluciones de ácido salicílico





Fotografías 5 y 6. Aplicación de ácido salicílico en plantas de tomate ya trasplantadas.



Fotografía 7. Primer racimo de frutos.



Fotografías 8 y 9. Supervisión del proyecto de investigación



Fotografía 11. Primeros frutos maduros (notar la cantidad de frutos por racimo)



Fotografías 12 y 13. Cosecha de frutos, Esquipulas Palo Gordo.



Fotografías 14 y 15. Cosecha de frutos, San José Las Islas.



Fotografía 16. Toma de datos.



Fotografía 17 y 18. Frutos de tomate (notar la cantidad por racimo)



Fotografías 19 y 20. Medición de diámetro y pesaje de frutos.



Fotografías 21 y 22. Medición de altura y diámetro de planta.





CRIA

*Programa Consorcios
Regionales de
Investigación Agropecuaria*

