

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ACTIVIDAD DE EXTRACTOS DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO QUE
INDUCEN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* L.)

TESIS

Que presenta ALEJANDRO REYES SEBASTIÁN
Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila

Julio 2019

ACTIVIDAD DE EXTRACTOS DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO QUE
INDUCEN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* L.)

Tesis

Elaborada por ALEJANDRO REYES SEBASTIÁN como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción
con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dra. Diana Jasso Cantú
Asesora principal



Dr. Homero Ramírez Rodríguez
Asesor



Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
Asesor



Dr. Raúl Rodríguez García
Asesor



Dra. María de Lourdes Virginia
Díaz Jiménez
Asesora



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirector de Postgrado
UAAAN

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, es un honor haber estudiado en esta Universidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de este proyecto.

A la Dra. Diana Jasso Cantú, por motivarnos a redoblar esfuerzos para la conclusión de la presente investigación.

Al Dr. Raúl Rodríguez García por su colaboración.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla por su acertada aportación en la realización de este proyecto y su apoyo en la colecta e identificación de las plantas evaluadas.

A la Dra. Ma. De Lourdes V. Díaz Jiménez por sus valiosas aportaciones y por permitirnos trabajar en el Laboratorio de Revaloración de Residuos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Unidad Saltillo.

Al Dr. Homero Ramírez Rodríguez por su apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa por su invaluable apoyo y amistad.

DEDICATORIA

A Dios principalmente, por darme fuerzas y por poner en mi camino a las personas indicadas para poder concluir una meta más en mi vida.

*A mi esposa **Mary Victorino Jasso**, por el apoyo que me ha brindado, por siempre estar conmigo para ayudarme cuando he necesitado, sin tú ayuda no lo hubiera logrado gracias por siempre estar conmigo, Mary este logro también es tuyo te amo.*

*A mi hija **María Fernanda Reyes Victorino**, por ti sigo luchando para un futuro mejor, gracias por ser ese motor que me alienta a continuar siempre hacia adelante, te amo mi pequeña María.*

*Gracias a mis padres que siempre me han apoyado, gracias papá **Marcelino Reyes Pérez**, porque siempre has estado para mí sin importar que ya no sea un niño. Gracias mamá **Josefina Sebastián Hernández**, por todo el amor que siempre me has dado, son unos padres ejemplares los amo.*

*A mis hermanos, **Josefina, Marcela, Lorenzo, Pablo, Eduwíges, Emmanuel** que junto a ellos crecí de una manera feliz los quiero muchos hermanos.*

*A mi segunda familia **Cruz Victorino Gallegos** y a mis cuñados **Gaby y Gerardo Victorino** por su apoyo incondicional y cariño.*

INDICE GENERAL

Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Resumen.....	x
Abstract.....	xiii
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis.....	2
Revisión de literatura.....	3
Las plantas en México y los extractos.....	3
Generalidades en el cultivo de tomate.....	5
Reguladores de crecimiento vegetal.....	5
Giberelinas.....	6
Auxinas.....	6
Citocininas.....	7
Brasinoesteroides.....	7
Bioestimulantes.....	8
Materiales y Métodos.....	9
Colecta de plantas y frutos.....	9
Obtención de extractos vegetales.....	10
Análisis de composición química de extractos de metanol.....	10
Cuantificación de fenoles totales y capacidad antioxidante.....	11
Contenido de fenoles totales.....	11
Capacidad antioxidante.....	11
Diseño experimental en laboratorio con semillas de melón.....	12
Germinación.....	13
Desarrollo y evaluación de las plántulas.....	14
Peso seco de la plántula.....	14

Evaluación de los extractos en plantas de tomate en invernadero.....	14
Riego.....	14
Fertilización.....	15
Diseño experimental en invernadero.....	15
Aplicación de tratamientos.....	15
Entutorado.....	16
Variables evaluadas durante el experimento en invernadero	16
Longitud y diámetro del tallo.....	16
Número de hojas y flores	17
Número y peso de frutos.....	17
Variables de calidad de los frutos.....	17
Resultados y Discusión.....	19
Composición química de los extractos de metanol.....	19
Contenido de Fenoles totales.....	28
Actividad Antioxidante.....	29
Resultados de bioensayo de germinación	30
Germinación de la semilla.....	30
Resultados del invernadero.....	38
Conclusiones.....	47
Referencias.....	48

Lista de cuadros

Cuadro 1. Compuestos químicos identificados en el extracto metanólico de hojas de <i>Rhus muelleri</i>	21
Cuadro 2. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de <i>Rhus virens</i>	22
Cuadro 3. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de <i>Rhus trilobata</i>	23
Cuadro 4. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de <i>Flourensia retinophylla</i>	24
Cuadro 5. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de <i>Flourensia cernua</i>	25
Cuadro 6. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de <i>Flourensia microphylla</i>	26
Cuadro 7. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de <i>Cucurbita foetidissima</i>	27
Cuadro 8. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante.....	29
Cuadro 9. Media de la variable, primer conteo, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, Con la aplicación de Extractos de Plantas y Hormonas Sintéticas.....	32
Cuadro 10. Media de la variable plántulas normales, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, Con la aplicación de Extractos de Plantas y Hormonas Sintéticas.....	33
Cuadro 11. Media de la variable, plántulas anormales, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de Extractos de Plantas y Hormonas Sintéticas.....	34
Cuadro 12. Media de Longitud de Tallo evaluada en el ensayo de germinación de la Semilla de melón Top Mark, con la aplicación de Extractos de Plantas y Hormonas Sintéticas.....	35

Cuadro 13. Media de Longitud de Radícula Central evaluada en el ensayo de Germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de Extractos de Plantas y Hormonas Sintéticas.....	36
Cuadro 14. Media de la variable, Peso seco de la planta, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, Con la aplicación de Extractos de Plantas y Hormonas Sintéticas.....	37
Cuadro 15. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en los parámetros fenológicos y de producción de Tomate Saladette variedad "Río Grande".....	41
Cuadro 16. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en los parámetros de calidad del fruto de Tomate Saladette variedad "Río Grande".....	44

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Rhus trilobata</i> , <i>Flourensia microphylla</i> , <i>Cucurbita foetidissima</i> , <i>Rhus muelleri</i> . Plantas endémicas de Coahuila y Nuevo León.....	9
Figura 2. Bioensayo de germinación en semillas de melón variedad Top Mark, ISTA, 2004.....	13
Figura 3. Entutorado de plantas de tomate.....	16
Figura 4. Crecimiento del tallo principal de Tomate Saladette variedad "Río Grande" después de tratamientos con extractos de plantas y bioreguladores.....	39
Figura 5. Crecimiento del diámetro del tallo en plantas de Tomate Saladette variedad "Río Grande" después de tratamientos con extractos de plantas y biorreguladores.....	40
Figura 6. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en el contenido de licopeno en frutos de Tomate Saladette variedad "Río Grande".....	45
Figura 7. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en el contenido de vitamina C en frutos de Tomate Saladette variedad "Río Grande".....	46

Resumen

ACTIVIDAD DE EXTRACTOS DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO QUE
INDUCEN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* L.)

POR

ALEJANDRO REYES SEBASTIÁN

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DRA. DIANA JASSO CANTÚ-ASESOR-

Saltillo, Coahuila.

Julio 2019

En las regiones áridas y semiáridas del norte de México, crece una gran variedad de plantas silvestres, las cuales se desarrollan bajo condiciones climáticas extremas de temperatura y precipitación, lo que promueve la producción de una gran cantidad de compuestos químicos. Entre los biocompuestos que producen estas plantas, se encuentran las fitohormonas, las cuales actúan como reguladores de crecimiento en plantas. Los objetivos de la presente investigación fueron: identificar los compuestos químicos extraídos de hojas de *Yucca filifera*, *Y. carnerosana*, *Rhus muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *Flourensia retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, y frutos de *Cucurbita foetidissima*; así como evaluar la actividad inductora de crecimiento de los extractos en: semillas de melón, en laboratorio y en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en invernadero. Se colectaron al azar 10 plantas por especie, hojas de *Y. filifera*, *Y. carnerosana*, *R. muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *F. retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, y frutos de *C. foetidissima*. Se prepararon extractos de metanol y se determinó: la composición química por Cromatografía de Gases acoplado a Masas (GC-MS), el Contenido de Fenoles Totales (CFT) por el método de Folin-Ciocalteu y la actividad antioxidante por los métodos DPPH y FRAP. Se evaluó la actividad biológica de los 9 extractos y 5 bioreguladores de crecimiento: ácido indolacético (AIA), ácido giberélico (AG_{4/7}), kinetina (KIN), 6 bencil aminopurina (6BAP) y ácido naftaleneacético (ANA), y en la inducción de la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas de melón, en laboratorio. Para el bioensayo en invernadero, se utilizaron los 4 extractos que tuvieron la mayor inducción de crecimiento en el ensayo en laboratorio, y 3 bioreguladores de crecimiento (AIA, 6BAP y AG), y se evaluaron en plantas de tomate en invernadero. Los compuestos químicos identificados en los extractos evaluados, presentaron estructuras químicas, que por su naturaleza pueden actuar como inductores del crecimiento, como el ácido *shikimico* y de ácido *quínico*, así como compuestos precursores de algunas auxinas. En el ensayo de laboratorio, el mayor crecimiento de la longitud del tallo se presentó con extractos de *C. foetidissima* y *F. microphylla* a 100 y 50 ppm, respectivamente. El mayor crecimiento de la longitud de la raíz se presentó con extractos de *R. trilobata* y *R. muelleri* a 100 y 75 mg/L, respectivamente. Los resultados del bioensayo en invernadero

mostraron que el extracto de *R. muelleri* promovió el mayor rendimiento del fruto y el contenido de licopeno. Por otra parte, los extractos de *R. muelleri* y *F. microphylla* promovieron un mayor contenido de vitamina C y tuvieron la habilidad de promover el crecimiento y rendimiento de las plantas de tomate.

Palabras clave: *Rhus muelleri*; *Rhus trilobata*; *Flourensia retinophylla*; *Flourensia microphylla*; *Flourensia cernua*; *Cucurbita foetidissima*; Extracto de metanol; hormonas; Ácido shikímico, Ácido quínico.

Abstract

**ACTIVITY OF SEMIDESERT PLANTS EXTRACTS IN THE GROWTH
INDUCTION OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) PLANTS**

BY

ALEJANDRO REYES SEBASTIAN

**MASTER OF SCIENCE IN PRODUCTION SYSTEMS ENGINEERING
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

DRA. DIANA JASSO CANTÚ -ADVISOR-

Saltillo, Coahuila.

July 2019.

In the arid and semi-arid regions of northern Mexico, a wide variety of wild plants grow, which grow under extreme climatic conditions of temperature and precipitation, which promotes the production of a large number of chemical compounds. Among the biocompounds produced by these plants are phytohormones, which act as growth regulators in plants. The objectives of the present investigation were: to identify the chemical compounds extracted from *Yucca filifera* leaves, *Y. carnerosana*, *Rhus muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *Flourensia retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, and fruits of *Cucurbita foetidissima*.; as well as to evaluate the growth-inducing activity of the extracts in: melon seeds, in the laboratory and in tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.), in the greenhouse. 10 plants per species, leaves of *Y. filifera*, *Y. carnerosana*, *R. muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *F. retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, and fruits of *C. foetidissima* were randomly collected. Methanol extracts were prepared and the chemical composition was determined by Mass-coupled Gas Chromatography (GC-MS), the Total Phenolic Content (CFT) by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant activity by the DPPH and FRAP methods. The biological activity of the 9 extracts and 5 growth bioregulators was evaluated: indole acetic acid (AIA), gibberellic acid (AG4 / 7), kinetin (KIN), 6 benzyl aminopurine (6BAP) and naphthalene acetic acid (ANA), and in the induction of seed germination and the growth of melon seedlings, in the laboratory. For the greenhouse bioassay, the 4 extracts that had the highest induction of growth in the laboratory test, and 3 growth regulators (AIA, 6BAP and AG), were used and evaluated in greenhouse tomato plants. The chemical compounds identified in the evaluated extracts presented chemical structures, which by their nature can act as growth inducers, such as shikimic acid and quinic acid, as well as precursor compounds of some auxins. In the laboratory test, the highest growth in stem length was presented with extracts of *C. foetidissima* and *F. microphylla* at 100 and 50 ppm, respectively. The greatest growth of the root length was presented with extracts of *R. trilobata* and *R. muelleri* at 100 and 75 mg / L, respectively. The greenhouse bioassay results showed that *R. muelleri* extract promoted the highest fruit yield and lycopene content. On the other hand, the

extracts of *R. muelleri* and *F. microphylla* promoted a higher vitamin C content and had the ability to promote the growth and yield of tomato plants.

Keywords: *Rhus muelleri*, *R. trilobata*, *Flourensia retinophylla*, *F. microphylla*, *F. cernua*, *Cucurbita foetidissima*, Methanol extract, hormones. Shikimic acid, Quinic acid

INTRODUCCIÓN

El tomate cultivado (*Solanum lycopersicon* L.) es considerado en México como una de las hortalizas de mayor importancia ocupa el segundo lugar como la especie hortícola de mayor importancia debido a la superficie sembrada, y por sus niveles de producción. En México se siembran 81,000 ha. y se producen 3 millones de toneladas anualmente, los principales estados productores son: Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Sonora, Nayarit, Morelos y Michoacán (Ascencio *et al.*, 2008). El cultivo, la cosecha y la comercialización del tomate generan millones de empleos de manera directa e indirecta, lo que genera una importante contribución a la economía nacional por lo tanto está obligada a buscar nuevas alternativas que estén dirigidas a la mejora en el rendimiento y la calidad del fruto de este cultivo (Bombelli y Wright, 2006).

El uso de compuestos naturales en la agricultura es una práctica utilizada para mejorar la calidad y rendimiento de varios cultivos ya que los compuestos naturales como los polifenoles tienen un amplio espectro de acción reguladora en las plantas, tejidos y órganos, interfiriendo en los procesos metabólicos (Biesalski *et al.*, 2009., 2012). A través de su actividad biológica y característica, los polifenoles naturales son compuestos esenciales en la estimulación del crecimiento y desarrollo de las plantas. Las capacidades de estimulación o inhibición de los polifenoles naturales en el crecimiento y desarrollo de las plantas están estrechamente relacionadas con las concentraciones de estos compuestos. Por lo tanto, en algunos casos la presencia de estos compuestos en concentraciones bajas puede tener un efecto benéfico sobre el desarrollo de la planta y en otros casos, cuando las concentraciones son mayores hay un fenómeno de inhibición (Popa *et al.*, 2007). El creciente interés por la sustitución de los reguladores sintéticos (Sairam, 1994) ha llevado a una búsqueda en fuentes naturales de agentes reguladores, especialmente utilizando plantas como materias primas, siendo esta, la finalidad de esta investigación

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar bajo condiciones de invernadero, el efecto de los extractos de plantas del semidesierto mexicano, como promotores de crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del fruto en tomate saladette variedad Rio Grande.

Objetivos específicos

1. Seleccionar de 9 extractos de plantas del semidesierto, las que tengan la capacidad de inducir germinación y crecimiento en plántulas de melón (*Cucumis melo*) var. Top Mark.
2. Determinar la composición química, el contenido de fenoles totales y actividad antioxidante de los extractos destacados como inductores.
3. Evaluar en invernadero el efecto de los extractos seleccionados en el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto, en Tomate Saladette variedad Río Grande.

Hipótesis

Existen plantas en el semidesierto mexicano que contienen compuestos bioactivos, que les confieren actividad promotora de crecimiento y aumento de rendimiento en plantas de tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las plantas en México y los extractos

México posee una variada topografía e importantes diferencias climáticas, lo que propicia una flora multivariada, donde unas 25,000 especies de plantas están registradas, y se cree que aproximadamente 30,000 no están registradas (Jasso de Rodríguez *et al.*, 2011). En las regiones áridas y semiáridas de México se han identificado 6,000 plantas vasculares, de las cuales el 60% aproximadamente son endémicas (Hernández-Magaña *et al.*, 2012).

Un gran número de especies vegetales pueden ser evaluadas desde el punto de vista fitoquímico para determinar su actividad biológica, debido a que las plantas tienen la capacidad de producir compuestos químicos como fenoles y derivados de fenoles, que pueden llegar a producir más de 100,000 metabolitos secundarios (Domingo y López-Brea, 2003), podemos citar por ejemplo los compuestos de algunas especies: estructuras polifenólicas, saponinas, sapogeninas, saponinas esteroidales y azúcares en el género *yucca* (Aguirre 2008; Flaoyen *et al.*, 2002; Harbone, 1992), compuestos de naturaleza esterol y esteroides en especies del género *Rhus* (Jasso de Rodríguez *et al.*, 2015) y *Flourensia*, también se han encontrado una gran cantidad de compuestos químicos como: Flavonoides, sesquiterpenoides, acetilenos, pacetophenones, flavonona, kaempferol (Jasso de Rodríguez *et al.*, 2006). En cuanto a la especie *Cucúrbita foetidissima*, se ha encontrado que posee saponinas y cucurbitacinas (Dubios, *et al.*, 1998). Los compuestos de estas plantas han mostrado actividad antifúngica en cultivos (Jasso de Rodríguez, 2015), actividad antimicrobiana para uso medicinal o terapéutico, donde se ha comprobado actividad antiinflamatoria, antioxidante y propiedades curativas (Zuanazzi y Montana, 2004; Santos y Mello, 2004).

Otro posible enfoque de investigación es de utilizar compuestos de las plantas como Bioestimulantes o promotores de crecimiento de las plantas de interés comercial,

como lo demuestra la literatura en especies de otras regiones y condiciones climáticas. Ignati *et al.*, (2009) evaluaron el efecto en la germinación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de los extractos fenólicos obtenidos de tres fuentes (*Asclepias syriaca*, semilla de *Vitis vinífera*, y corteza de *Picea abies*), los extractos estimularon la elongación de la radícula a las concentraciones menores del contenido total de fenoles (CTF), en las concentraciones altas de CFT el peso fresco de la radícula es inhibido, los autores citan que los extractos podrían tener efectos inhibidores o estimuladores en función del procedimiento de extracción, la concentración y la naturaleza de los compuestos extraídos. El extracto polifenólico de la corteza de *Picea abies* como bioregulador, fué probado dos años en girasol (*Helianthus annuus* L.), las plantas tratadas con el extracto, en comparación con el control obtuvieron mayor cantidad de biomasa, y se incrementó la tasa de asimilación, tasa de transpiración y la concentración de CO₂ en la cavidad subestomatal (Tanase *et al.*, 2014). En otra investigación, dos concentraciones de este extracto, provocaron en plántulas de maíz un mejor desarrollo de los pelos absorbentes y aumento en el número de haces principales y del metaxilema de los vasos centrales, en comparación con el control (Tanase *et al.*, 2016). También se evaluó la aplicación de este extracto en semillas de albahaca dulce (*Ocimum basilicum* L.), estimulando una mayor capacidad de germinación de semillas, crecimiento de raíces y tallos, acumulación de biomasa y síntesis de pigmentos de fotoasimilación en la planta. En concentraciones altas, se inhibe la síntesis de pigmentos de clorofila y carotenoides (Talmaciu *et al.*, 2015).

Los polifenoles son uno de los principales grupos de metabolitos secundarios de plantas, como un gran grupo de químicos bioactivos, tienen diversas funciones biológicas. Los compuestos fenólicos pueden actuar como fitoalexinas, como antialimentarios, atrayentes para polinizadores, contribuyentes a la pigmentación de plantas, antioxidantes y agentes de protección contra la luz ultravioleta, entre otros (Biesalski *et al.*, 2009; Stingu *et al.*, 2012), estas propiedades bioactivas hacen que estos compuestos desempeñen un papel importante en el crecimiento y la reproducción de las plantas, proporcionando una protección eficiente contra

patógenos y depredadores, además de contribuir al color y las características sensoriales de las frutas y verduras (Ignat *et al.*, 2011). Es por eso que se menciona que los extractos de plantas que presentan un alto contenido de polifenoles pueden ser una importante materia prima para la producción de compuestos bioactivos de alto valor (Popa *et al.*, 2010).

Generalidades del cultivo de tomate

En México, el tomate cultivado está considerado como la segunda especie hortícola más importante, debido a la superficie sembrada, y como la hortaliza de mayor importancia por sus niveles de producción (SAGARPA, 2005). Los principales países productores son: Estados Unidos, Canadá, Grecia, Italia, México, Turquía, Egipto, India y España (Jiménez, 2003). La producción anual mundial creció 9.5% en los últimos cuarenta años, siendo la hortaliza más cultivada. A nivel nacional se siembran alrededor de 81 000 ha donde se obtienen alrededor de dos millones de toneladas, siendo los principales estados productores: Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Sonora, Nayarit, Morelos y Michoacán, y a menor escala: Jalisco, Guanajuato, Tamaulipas, Hidalgo y Puebla (Jiménez, 2003). La propiedad nutricional de esta hortaliza cabe mencionar que es bajo en grasas, calorías y libre de colesterol, es una buena fuente de fibra y proteína, además de ser rico en vitamina A y C, β caroteno, potasio, y licopeno (Ré *et al.*, 2002). El cultivo, la cosecha y la comercialización del tomate generan millones de empleos de manera directa e indirecta, lo que genera una importante contribución a la economía nacional. Es utilizado en la industrialización de productos procesados tales como puré, pasta, polvo, cátsup, salsa, sopas y tomates enlatados; mientras que una pequeña cantidad se consume fresco, mientras que la mayoría se ingiere después del procesamiento (Ré *et al.*, 2002).

Reguladores de crecimiento vegetal

Los PGR (reguladores del crecimiento de las plantas) son una clase de compuestos que incluye hormonas vegetales naturales (fitohormonas) y sus análogos sintéticos (Basra, 2000). Contienen moléculas orgánicas que regulan el crecimiento de las

plantas y son activas en diferentes concentraciones (Teale *et al.*, 2006). Una fitohormona distinta puede afectar una serie de procesos que ocurren en las plantas, promoviendo así su crecimiento y progresión. Considerando que, un proceso particular puede ser controlada por diferentes hormonas vegetales. Comúnmente, el mecanismo de acción de estas moléculas está determinado por la aplicación exógena de las mismas (Gray, 2004). Hasta la fecha, se han descrito ocho clases de hormonas vegetales naturales, auxinas, citoquininas, ácido abscísico, etileno, giberelinas y brassinosteroides (Nambara y Marion-Poll, 2005).

Giberelinas

Estas hormonas estimulan el crecimiento en un rango amplio de concentraciones comparado con las auxinas. Sus efectos característicos son: incrementar el crecimiento en los tallos y el período de latencia de las semillas haciéndolas germinar facilitando el movimiento de los azúcares; inducen la brotación de yemas, promueven el desarrollo de los frutos (Thimann, 1938). El ácido giberélico (GA3) es el principal biorregulador en la horticultura moderna que representa a este grupo, es utilizado extensamente hoy en día en la producción hortícola (Retamales, 2007). En sistemas de producción de hortalizas como chile jalapeño, melón y sandía, el GA3 ha mostrado ser una gran alternativa para mejorar la producción y calidad de esas especies (Checa, 1996).

Auxinas

Las auxinas juegan un papel importante en casi todos los aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo patrones de embriones, diferenciación vascular, desarrollo de flores, crecimiento de raíces, tallos y senescencia de órganos. Sin embargo, los mecanismos moleculares por los cuales la auxina regula el crecimiento y el desarrollo de la fruta es desconocido. (Kepinski, 2005). Las auxinas influyen en la absorción de carbono en las plantas, y una serie de estudios han demostrado que ambos factores están interrelacionados. Así las auxinas estimulan la movilización de los carbohidratos en las hojas y el tallo superior y

aumentan la translocación de los asimilados hacia los órganos (Smith y Samach, 2013).

Citocininas

La función de estas hormonas es incrementar la tasa y la velocidad de acumulación de los ácidos nucleicos en el primordio de la yema lo cual activa el ADN; influye en su división en fragmentos y en el crecimiento de estos, así como en la división celular. Esto se traduce en la velocidad, porcentaje de brotación, así como el vigor de los brotes, lo cual favorece el flujo de las reservas de los tejidos hacia los brotes. Se han reportado estudios sobre la 6-bencil amino purina (6BAP), hormona característica de este grupo, en manzano y peral para estimular inducción floral y desarrollo de los frutos (Ramirez *et al.*, 2014). Su uso en hortalizas es poco conocido y por lo tanto representa una alternativa de evaluación para un potencial método de mejora en la producción de cultivos en ese grupo.

Brasinoesteroides

Los brasinoesteroides tienen una amplia distribución en el reino vegetal, ya que se han encontrado en todos los órganos de un gran número de diferentes familias del reino vegetal marino y terrestre. Además, se consideran como el sexto grupo de fitohormonas, tomando en cuenta que cumplen con las características básicas de hormonas vegetales que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Seeta *et al.*, 2002; Salgado *et al.*, 2008). Se ha demostrado que influyen en la germinación, rizogénesis, floración, senescencia, abscisión y en los procesos de maduración. Los brasinoesteroides también confieren resistencia a las plantas contra estrés abiótico y biótico, por lo que se les considera como una nueva clase de hormona vegetal con efectos pleiotrópicos. Los recientes descubrimientos de las propiedades fisiológicas de los brasinoesteroides permiten considerarlos como sustancias naturales apropiadas para su uso hacia la protección de las plantas y aumento en la producción agrícola (Seeta *et al.*, 2002; Salgado *et al.*, 2008), entre otras características.

Bioestimulantes

En los últimos años, se propusieron varias innovaciones tecnológicas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción mediante una reducción significativa de los productos químicos. Una herramienta prometedora y eficaz sería el uso de "bioestimulantes", este término a menudo utilizado se refiere a un grupo de compuestos que no actúan como fertilizantes ni como plaguicidas, pero que tienen una acción positiva en el crecimiento y el rendimiento de la planta cuando se aplican en pequeñas cantidades (Du Jardin, 2012).

Los bioestimulantes están disponibles en una variedad de formulaciones y con ingredientes variables, pero generalmente se clasifican en tres grupos con base a su fuente y contenido. Estos grupos incluyen sustancias húmicas (HS), productos que contienen hormonas (HCP) y productos que contienen aminoácidos (AACP). Los HCP, como los extractos de algas marinas, contienen cantidades identificables de sustancias activas de crecimiento de las plantas tales como auxinas, citoquininas o sus derivados (Calvo *et al.*, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de las plantas y frutos

Muestras de ramas con hojas de *Yucca filifera*, *Y. carnerosana*, *Rhus muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *Flourensia retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, y frutos de *Cucurbita foetidissima*, identificadas *in situ* por el curador herbal Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, fueron colectadas al azar (10 plantas por especie) en sitios silvestres localizados en los límites de los Estados de Coahuila y Nuevo León, en México (Figura 1). Las muestras fueron depositadas en bolsas de plástico y transportadas al laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Se depositaron para *Yucca filifera*, *Y. carnerosana*, *Rhus muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *Flourensia retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, y *Cucurbita foetidissima*, respectivamente. Las hojas y frutos se separaron de los tallos y se secaron en un horno (Mapsa, México) a 60 °C durante 24 h. Las hojas y frutos secos se moieron en un molino (Thomas Wiley, NJ, USA) con un tamiz de 2 mm. Las muestras molidas se mezclaron, por especie, para homogenizarlas.

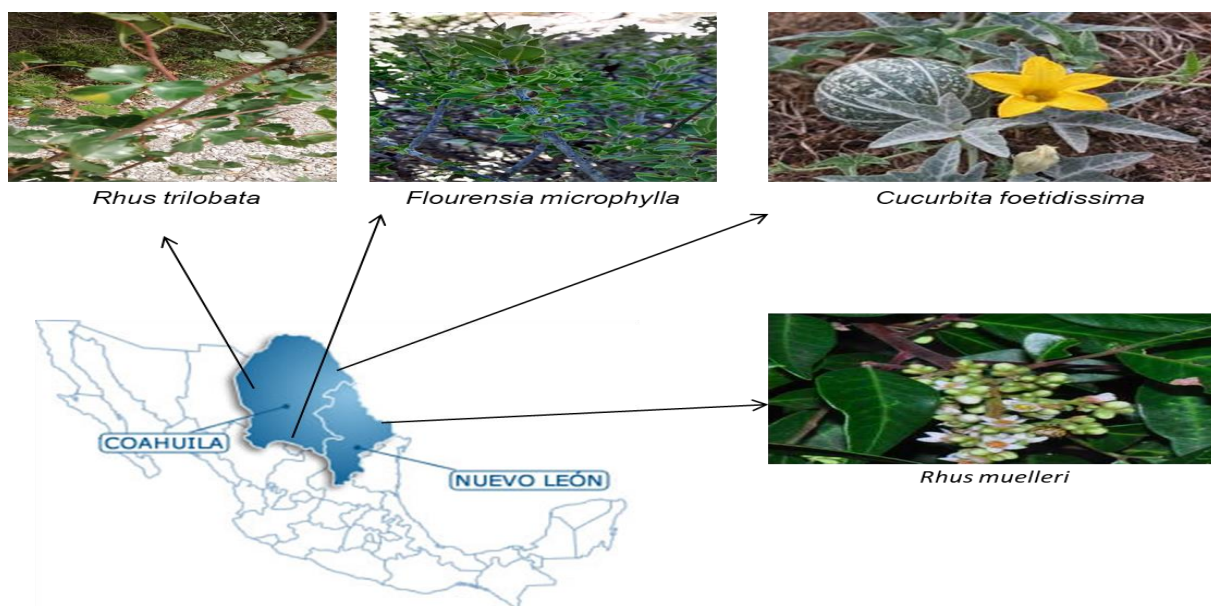


Figura 1. *R. trilobata*, *F. microphylla*, *C. foetidissima*, *R. muelleri*. Plantas endémicas de Coahuila y Nuevo León.

Obtención de extractos vegetales

Para la obtención de los extractos, se siguió el método descrito por Ramírez *et al.*, (2011). Brevemente, se mezcló 1 gramo de las hojas o fruto con 50 mL de metanol (80%) en un matraz Erlenmeyer. Las soluciones obtenidas se conservaron en congelación a -15°C durante 24 horas. Posteriormente, las soluciones se filtraron en papel Wathman #1 a 24 y se volvieron a colocar en congelación durante 24 horas. Este proceso se repitió 2 veces, cada 4 horas, con la misma cantidad de metanol, cambiando solo la concentración de metanol de 80 % a 100%. Se recuperaron los 3 filtrados en un matraz bola de 250 mL, y se eliminó el solvente en un rotaevaporador a 50° C. Enseguida se procedió a la purificación de las muestras para eliminar impurezas utilizando cápsulas Sep Pack C 18 para separación rápida de hormonas a base de silica gel.

Análisis de la composición química de los extractos

La identificación de los compuestos bioactivos de los extractos de *Y. filifera*, *Y. carnerosana*, *R. muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *F. retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, y *C. foetidissima*, se realizó por Cromatografía de gases acoplado a Masas (GC-MS).

Los extractos fueron solubilizados con etanol y filtrados. Después, se inyectaron 2 µL de muestra en un sistema GC-MS, el cual consistió en un cromatógrafo Agilent Technologies 5850, acoplado a un espectrómetro de masas Agilent Technologies MSD G3170A; utilizando las siguientes condiciones: columna HP-5MS (30 m × 0.25 mm 1D X 0.25µ). Para la detección, se utilizó un sistema de ionización de energía de 70 eV. Como gas acarreador se utilizó Helio, a un flujo constante de 1.1 mL/min y con un volumen de inyección de 1 µL a 250 °C. El programa de calentamiento del horno fue isotérmico durante 5 min a 60 °C, seguido de un calentamiento de 5 °C /min hasta 100 °C/min (2 min), y 10 °C/min hasta 250 °C/min (5 min). La interpretación de los espectros de masas fue llevada a cabo, usando la librería NIST (National Institute of Standard and Technology), que se encuentra en el equipo.

Cuantificación de fenoles totales y capacidad antioxidante

Antes de los análisis, se hidrolizaron 20 mg de hojas o frutos de cada especie, con 2 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado, previamente enfriado. Posteriormente, se colocaron las muestras en un baño de hielo durante 5 minutos, para después agregar 500 µL de agua destilada. Las muestras se agitaron durante 5 minutos, después se agregaron 500µL de agua destilada y se agitaron durante 3 horas. Al final de la reacción, la solución se aforó a 25 mL con agua destilada y se almacenó en frío para los análisis. Para los extractos, se solubilizaron 20 mg de muestra con 2 mL de etanol y se agitaron hasta obtener el extracto disuelto. Finalmente se aforaron a 25 mL con agua destilada.

Contenido de fenoles totales (CFT)

El CFT de los tejidos y extractos de *Y. filifera*, *Y. Carnerosana*, *R. muelleri*, *R. virens*, *R. trilobata*, *F. retinophylla*, *F. cernua*, *F. microphylla*, y *C. foetidissima*, se determinó siguiendo el método IFC (Commission Regulation, EEC NO 2676/90). Se utilizó agua como blanco y ácido gálico como estándar. Se tomaron 20 µL de cada muestra y se colocaron en tubos de ensaye, por triplicado. Después, a cada tubo se les adicionaron 30 µL del reactivo Folin–Cicoaltea y 120 µL de la solución de carbonato de sodio y 400 µL de agua destilada. La reacción se dejó reposar durante 10 minutos. Finalmente, se tomaron 200 µL de cada tubo y se colocaron en una microplaca de 96 pozos (200 µL por pozo). La microplaca se incubó a a 50 °C durante 5 min y después se leyó la absorbancia a 700 nm.

Capacidades antioxidantes

La actividad antioxidante de los extractos se realizó por dos métodos: 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH•) y energía antioxidante reductora férrica (FRAP).

DPPH•

El ensayo DPPH• se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Rodríguez-Jasso *et al.*, (2014) adaptado a microplaca, utilizando metanol como blanco. Brevemente, se preparó una solución del reactivo DPPH• (60µM), después se

agregaron 193 μL de la solución DPPH a 7 μL de las muestras, en una microplaca de 96 pozos. La mezcla se dejó reaccionar por 30 minutos a temperatura ambiente y protegido de la luz, para después tomar muestras de 200 μL por muestra y colocarlos en una microplaca de 96 pozos (200 μL por pozo). Finalmente se leyó la absorbancia a 517 nm. La capacidad antioxidante se reportó como porcentaje de inhibición de DPPH•, el cual se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{DPPH}\bullet \text{ Inhibición (\%)} = [(1 - \text{Abs}_{\text{muestra}}) / (1 - \text{Abs}_{\text{control}})] \times 100$$

FRAP

La capacidad de reducción de tejidos, extractos de metanol fueron determinados por el ensayo FRAP, como lo describe (Benzie y Strain, 1996), usando 10 mM TPTZ en 40 mM de HCl, y 20 mM FeCl_3 en una relación 10:1:1 (v/v/v) a pH de 3.6. Se preparó una curva de calibración con Trolox a diferentes concentraciones desde 250 mg/L a 1000 mg/L y se usó agua destilada como blanco. Se tomaron 10 μL de muestra y se colocaron en una microplaca con 290 μL del reactivo FRAP, incubando a 37 °C por 15 minutos. Finalmente se colocaron 200 μL de cada muestra en una microplaca de 96 pozos y se leyó la absorbancia a 593 nm. La capacidad antioxidante se reportó como microgramo de Hierro II por 100 miligramos de muestra ($\mu\text{gFeII}/100 \text{ mg muestra}$).

Diseño experimental en laboratorio con semillas de melón

Para la evaluación de la germinación y crecimiento de la semilla de melón variedad Top Mark, el experimento se realizó con los 9 extractos y 5 hormonas: ácido indolacético (AIA), ácido giberélico (AG3), kinetina (KIN), 6 bencil aminopurina (6BAP) y ácido naftaleneacético (ANA); y se estableció bajo un diseño completamente al azar con 6 concentraciones y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Primer conteo, Plántulas normales, Plántulas anormales, Semillas sin germinar, Peso seco de la plántula, Longitud del tallo y Longitud de la raíz.

Germinación

La prueba de germinación se realizó por el método “estándar entre papel” (Figura 2), establecido por ISTA (2004), con algunas modificaciones. Brevemente, se contabilizaron y sembraron 20 semillas para cada tratamiento con 3 repeticiones, y se colocaron en cajas Petri para imbibir las semillas con 25 mL de cada tratamiento, en 6 concentraciones diferentes: 0, 25, 50, 75, 100 y 200 mg/L. Posteriormente, las semillas se colocaron entre dos hojas de papel Anchor previamente humedecidas con agua destilada, y se organizaron en hileras con espacios de 5 cm. Se dejaron espacios de 2 a 3 cm en los costados de las hojas. Subsecuentemente, las hojas con las semillasse enrollaron y se formaron “tacos”, los cuales se acomodaron dentro de una bolsa de polietileno, 3 tacos por bolsa, y se colocaron dentro de una bandeja de plástico profunda. Finalmente, las bolsas con “tacos” se colocaron durante 8 días en una cámara de germinación (Labline Instruments, India) con humedad relativa (HR) del 80% a 25°C. Durante el experimento se realizaron dos evaluaciones: la primera, evaluando el número de plántulas normales a los cuatro días de germinación, tomando como indicador el vigor; y la segunda se llevó a cabo al octavo día, contando las plántulas normales, anormales y las semillas sin germinar.

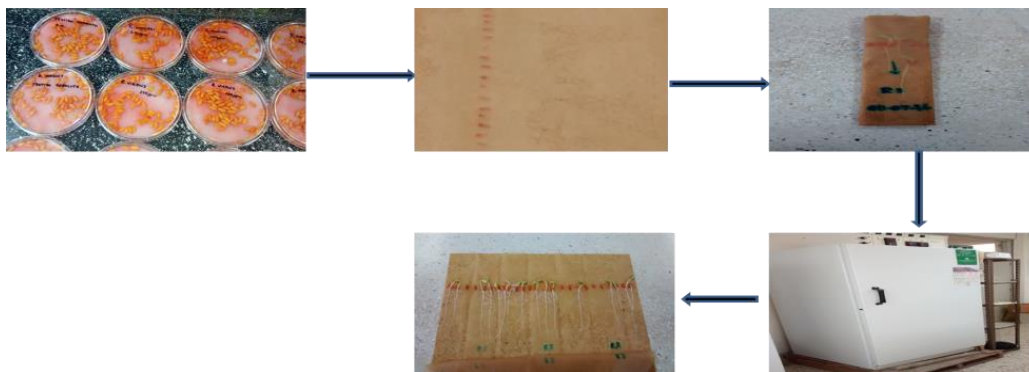


Figura 2. Bioensayo de germinación en semillas de melón Var. Top Mark, ISTA, 2004.

Desarrollo y evaluación de las plántulas

El desarrollo de las plántulas, se determinó contando las plántulas normales obtenidas en el ensayo de germinación. El vigor se evaluó midiendo la longitud del tallo y radícula, reportando los datos en centímetros.

Peso seco de plántulas

Las plántulas normales obtenidas en la prueba de germinación, se depositaron en bolsas de papel perforadas, una repetición de tratamiento por bolsa. Posteriormente se colocaron en una estufa de secado (Mapsa HDT-18) con convección mecánica, a 70°C durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo se pesaron las plántulas, reportando el peso como miligramos por plántula (mg/p).

Evaluación de los extractos en plantas de tomate en invernadero

El estudio se realizó en un invernadero con una estructura superior metálica cubierta con plástico blanco (calibre 720) en el techo y placas laterales de policarbonato, dentro la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Saltillo, Coahuila, México con latitud de 25°21'9.73"N, longitud 101°1'37.72"O y altitud de 1,781 msnm, durante el ciclo de Primavera-Verano del 2017. Se emplearon plántulas de dos meses, de hábito determinado con 5 a 6 hojas verdaderas, de tomate saladette var. "Rio grande", las cuales fueron trasplantadas el 25 de marzo del 2017 en macetas de plástico de 12 L. Se preparó una mezcla de tierra de monte, Peat moss y perlita (1:1:1), para usarse como sustrato. Las macetas fueron distribuidas a una distancia de 50 cm entre plantas y 75 cm entre filas. Las condiciones climáticas dentro del invernadero se mantuvieron a 25 °C y 65% de HR durante el experimento.

Riego

Se usó un sistema de riego por goteo de alto flujo en cada maceta, realizándose tres riegos diarios en diferentes horarios al día (9:00, 13:00 y 18:00 h), donde se aplicaron 600 mL de agua en cada maceta durante cada riego efectuado, siendo

esta cantidad el gasto por maceta al haberse efectuado un previo análisis mediante un ensayo de evapotranspiración.

Fertilización

La fertilización del cultivo se realizó de acuerdo a lo que describen (Rangel *et al.*, 2011). Brevemente, se preparó la solución de Steiner (solución nutritiva) (Steiner, 1984), ajustando el pH del agua a 6.5 con ácido sulfúrico. La solución nutritiva se aplicó a 4 concentraciones diferentes, durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo, como se describe a continuación: al momento del trasplante se aplicó la concentración de 25% de solución, en la floración se aplicó una concentración de 50%, al aparecer los primeros frutos se aplicó la solución a 75% y finalmente la concentración al 100% se aplicó cuando el total de las plantas sembradas presentaban frutos.

Diseño experimental en Invernadero

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 4 tratamientos: RM, *R. muelleri*; RT, *R. trilobata*; FM, *F. microphylla*; CF, *C. foetidissima*; 3 controles: AIA, ácido indolacético; 6BAP, 6 bencil aminopurina; y AG3, ácido giberélico; y un testigo absoluto (agua); y 7 repeticiones por tratamiento (una planta por cada repetición). Las variables a evaluar fueron: longitud del tallo, diámetro del tallo, número de hojas, número de flores y número de frutos. Los datos se analizaron por medio de análisis de varianza (ANVA) y pruebas de comparación de medias con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) ($p \leq 0.05$), con el programa estadístico R versión 2.14.2 para Windows 8.

Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos se prepararon a una concentración de 75 mg/L para su aplicación en el cultivo de tomate. La primera aplicación de los extractos y bioreguladores en el cultivo de tomate se realizó al momento del trasplante el día 25 de marzo del 2017. La aplicación se realizó de forma foliar a punto de rocío, utilizando un atomizador. La segunda aplicación se realizó cuando el total de las plantas

sembradas presentaron el 50% de los primeros primordios florales, el día 28 de abril, correspondiente a los 34 días después del trasplante (DDT). Finalmente, la tercera aplicación se realizó a los 49 DDT.

Entutorado

El cultivo se manejó a dos tallos. Con el objetivo de guiar a la planta de tomate a dos tallos y mantenerlos en una posición erguida, para lograr un mejor manejo sanitario, se realizó el entutorado (Figura 3) a los 20 DDT instalando alambres en la parte superior de la estructura del invernadero y amarrando cordones de rafia en anillos para tutoreo, los cuales se colocaron sobre el cuello de la planta (debajo de la primera hoja).



Figura 3. Entutorado de plantas de tomate

Variables evaluadas durante el experimento en invernadero

Longitud y diámetro de tallo

Las lecturas fueron tomadas del total de las repeticiones de los nueve tratamientos a partir de los 13 DDT y cada siete días durante el ciclo del cultivo. La altura se midió con cinta métrica, en centímetros, desde la base del tallo al brote principal y el diámetro se midió en milímetros con Vernier digital en la base del tallo.

Número de hojas y de flores

Los números de hojas y de flores se contaron semanalmente. Al final del experimento se sumaron los totales por cada planta sembrada.

Número y peso de frutos

Se contabilizó el número de frutos por planta y se pesaron de forma individual y por planta, en una báscula Scout Pro de capacidad de 6000 g (OHAUS) para determinar el rendimiento total por planta y tratamiento.

Variables de calidad de los frutos

Diámetro polar y ecuatorial de frutos

El Diámetro Polar de cada fruto se determinó midiendo la distancia entre el pedúnculo y el ápice con vernier digital (mm). Para el diámetro ecuatorial, los frutos se midieron tomando la distancia central, es decir, la longitud transversal medida perpendicularmente (mm).

Firmeza de frutos

Se tomó una muestra de 5 tomates por tratamiento cortados del primer racimo y se perforó la corteza del tomate hasta llegar a la pulpa sosteniendo firmemente con la ayuda de un penetrómetro con puntilla de 8 mm, los resultados se expresaron en kilogramo•Fuerza (kg•F).

Potencial de hidrógeno (pH) y Conductividad eléctrica

Para tomar las lecturas de pH y conductividad eléctrica se molió la muestra de tomate en licuadora (Oster) por un minuto y el producto se vació a un frasco y La medición del pH de los frutos se realizó con la ayuda de un potenciómetro (HANNA) previamente calibrado. La Conductividad eléctrica se midió a una temperatura de 27°C, tomando lecturas con un conductímetro; los resultados se expresaron en $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.

Sólidos solubles totales (SST)

Los sólidos solubles totales se midieron con un refractómetro (ATAGO), en el cual se colocó una muestra de tomate y se tomó la lectura para determinar el cociente total de sacarosa, los resultados se expresaron como grados Brix (°Brix).

Determinación de Vitamina C y licopeno

El contenido de licopeno se determinó tomando una muestra 0.25 g de tomate molido, homogenizado con 15 mL de una mezcla de hexano - acetona, la mezcla se agitó durante 30 minutos para la extracción. Posteriormente se agregó agua destilada para separar los compuestos polares de la extracción, se mezcló, filtró y se tomó una alícuota de la parte orgánica para el análisis en HPLC. Este análisis se realizó a temperatura ambiente haciendo inyecciones de 5 μ L en un equipo HPLC, marca Agilent 1200 de bomba cuaternaria, automuestreador y columna analítica Zorbax Eclipse XDB-C18, 4.6 X 150mm, 5 μ . La detección se hizo con luz visible a una longitud de onda de 472 nm, la fase móvil isocrática, 30% de etanol y 70% de metanol, a una velocidad de flujo de 1mL/min. Los resultados se expresaron en miligramos de licopeno por gramo de tomate (mg licopeno/g tomate).

Para determinar el contenido de Vitamina C, se preparó una solución de ácido fosfórico al 0.05 N y se le adicionaron 25 mL a 6 g de tomate, se homogenizó y se agitó por 30 minutos, después se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos y se filtró por medio de un acrodisco de 0.22 μ m y se mantuvo en viales a 4 °C hasta su análisis en HPLC. Los resultados se expresaron en miligramos de Vitamina C por 100 gramos de tomate (mg Vitamina C/100 g tomate).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de los extractos de metanol

Los resultados del análisis GC-MS se presentan los cuadros 1 al 7. Se presenta información de tiempo de retención (TR), nombre de compuesto, fórmula molecular, peso molecular (MW), y la concentración (% área).

R. muelleri

Se identificaron 10 compuestos en el extracto de metanol de las hojas de *R. muelleri* (Cuadro 1). El compuesto mayoritario fue el 1,2,3-Bencenotriol, con 39.82%, el cual es un compuesto de naturaleza fenólica y se ha reportado como promotor de enraizamiento y como un potencial inhibidor de la tirosinasa (Jehun-Choi et al., 2010). Además, se identificó el ácido shikimico, compuesto que es importante destacar debido a que se ha reportado por su efecto en el crecimiento de los parámetros de las plantas (Al-Amri, 2013; Aldesuquy and Ibrahim, 2000).

R. virens

Se identificaron 7 compuestos (Cuadro 2), destacando el ácido shikimico y derivados del ácido benzoico, los cuales han sido reportados con actividad antioxidante (Syed Muddassier et al., 2014)

R. trilobata

En el extracto de *R. trilobata*, se identificaron 7 compuestos (Cuadro 3). El compuesto mayoritario fue el 1,2,3-Bencenotriol, con 61.52%. Además, al igual que en *R. muelleri*, también se identificó el ácido shikimico.

F. retinophylla

Se identificaron 11 compuestos en el extracto de las hojas de *F. retinophylla* (Cuadro 4). El compuesto mayoritario fue el Metil 4-O-acetil-2,3,6-tri-O-ethyl- α -D-galactopiranosido, con 13.06%. Este compuesto ha sido reportado como un

precursor del ácido 3-indol acético, con actividad promotora de crecimiento vegetal (Sanja tomic *et al.*, 1995).

F. cernua

En el extracto de las hojas de *F. cernua* se identificaron 9 compuestos (Cuadro 5). El mayoritario fué la narigenina, un flavanol con actividad antioxidante y antialimentaria de insectos (Alam and Subhan 2014; Díaz Nepal *et al.*, 2009). Además se encontraron otros compuestos como el 2-benzotiazol, el cual se ha reportado con actividad antioxidante (Yadav and P., 2011).

F. microphylla

En el extracto de *F. microphylla*, se identificaron 6 compuestos (Cuadro 6). El mayoritario fué la apigenina 7-rutinosido, con actividades antioxidante y antimicrobial (Vinson *et al.*, 1995).

C. foetidissima

En el extracto de *C. foetidissima*, se identificaron 8 compuestos (Cuadro 7), de los cuales los mayoritarios fueron de naturaleza de ácido graso con actividades antibacteriales.

Es importante mencionar que en los tres extractos de las especies de *Rhus* se identificó el 1,2,3-Benzenetriol como compuesto mayoritario. Además, de la presencia de ácido shikimico y de ácido quínico, los cuales han sido usados como promotor de crecimiento vegetal y con actividad antiviral (Ming ca. *et al.*, 2014; Salem. M. *et al.*, 2013). Por otra parte, para las especies de *Flourensia*, se encontró una variedad más amplia de compuestos, desde aldehídos hasta compuestos aromáticos, terpenos e incluso precursores de algunas auxinas. Debido a estos resultados, se puede decir que los extractos de metanol de las especies de *Rhus* contienen diversos compuestos que son inductores de crecimiento vegetal.

Cuadro 1. Compuestos químicos identificados en el extracto metanólico de hojas de *Rhus muelleri*.

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Fórmula Molecular	MW	Área (%)
1	14.65	3,5-Dihydroxytoluene	C ₇ H ₈ O ₂	124	13.11
2	14.74	1,2,3-Benzenetriol	C ₆ H ₆ O ₃	126	39.82
3	15.56	Ethanone, 1-(2-hydroxyphenyl)	C ₈ H ₈ O ₂	136	0.81
4	16.17	Benzoic acid, 3-hydroxy	C ₇ H ₆ O ₃	138	0.94
5	16.64	Octanal, 2-(phenylmethylene)	C ₁₅ H ₂₀ O	216	3.01
6	17.28	(1R,3R,4R,5R)-(-)-Quinic acid	C ₇ H ₁₂ O ₆	192	1.01
7	19.37	Shikimic acid	C ₇ H ₁₀ O ₅	174	1.93
8	20.59	Benzoic acid, 3,4,5-trihydroxy-, methyl ester	C ₈ H ₈ O ₅	184	4.58
9	20.80	trans-3',4'-Dimethoxy-4-(methylthio) chalcone	C ₁₈ H ₁₈ O ₃ S	314	1.29
10	27.29	2-Cyclohexen-1-one, 4-hydroxy-3,5,5-trimethyl-4-(3-oxo-1-butenyl)	C ₁₃ H ₁₈ O ₃	222	7.54

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Cuadro 2. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de *Rhus virens*.

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Fórmula Molecular	MW	Área (%)
1	14.74	1,2,3-Benzenetriol	C ₆ H ₆ O ₂	126	52.17
2	16.19	Benzoic acid, 3-hydroxy	C ₇ H ₆ O ₃	138	3.81
3	16.45	3-Pyridinecarboxylic acid, 6-amino	C ₆ H ₆ N ₂ O ₂	138	1.31
4	16.66	Octanal, 2-(phenylmethylene)	C ₁₅ H ₂₀ O	216	2.64
5	17.31	(1R,3R,4R,5R)-(-)-Quinic acid	C ₇ H ₁₂ O ₆	192	3.65
6	19.81	Shikimic acid	C ₇ H ₁₀ O ₅	174	18.74
7	20.60	Benzoic acid, 3,4,5-trihydroxy-, methyl ester	C ₈ H ₈ O ₅	184	6.24

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Cuadro 3. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de *Rhus trilobata*.

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Fórmula Molecular	MW	Área (%)
1	14.77	1,2,3-Benzenetriol	C ₆ H ₆ O ₂	126	61.52
2	16.20	Benzoic acid, 3-hydroxy	C ₇ H ₆ O ₃	138	2.25
3	16.46	3-Pyridinecarboxylic acid, 6-amino	C ₆ H ₆ N ₂ O ₂	138	0.69
4	16.69	Octanal, 2-(phenylmethylene)	C ₁₅ H ₂₀ O	216	2.69
5	17.36	(1R,3R,4R,5R)-(-)-Quinic acid	C ₇ H ₁₂ O ₆	192	4.87
6	19.73	Shikimic acid	C ₇ H ₁₀ O ₅	174	5.94
7	20.64	Benzoic acid, 3,4,5-trihydroxy-, methyl ester	C ₈ H ₈ O ₅	184	12.47

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Cuadro 4. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de *Flourensia retinophylla*.

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Fórmula Molecular	MW	Área (%)
1	14.64	2H-1-Benzopyran-2-one, 3,4-dihydro	C ₉ H ₈ O ₂	148	0.93
2	16.46	Acetamide, N-methyl-N-[4-(3-hydroxypyrrolidinyl)-2-butynyl]	C ₁₁ H ₁₈ N ₂ O ₂	210	0.51
3	16.63	Methyl 4-O-acetyl-2,3,6-tri-O-ethyl-.alpha.-d-galactopyranoside	C ₁₅ H ₂₀ O ₇	320	13.06
4	17.49	1,3,5-Benzenetriol	C ₆ H ₆ O ₃	126	10.23
5	19.52	6-Hydroxy-9-oxa-bicyclo[3.3.1]nonan-3-one	C ₈ H ₁₂ O ₃	156	1.84
6	19.64	9-Oxabicyclo[3.3.1]nonan-2-one, 6-hydroxy	C ₈ H ₁₂ O ₃	156	3.74
7	20.74	Imidazo[4,5-e][1,4]diazepine-5,8-dione, 1,4,6,7-tetrahydro	C ₆ H ₆ N ₄ O ₂	166	3.59
8	20.83	2-Propenoic acid, 3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	194	4.37
9	21.46	1H-2-Indenone,2,4,5,6,7,7a-hexahydro-3-(1-methylethyl)-7a-methyl	C ₁₃ H ₂₀ O	192	1.05
10	23.40	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	C ₂₀ H ₄₀ O	296	0.50
11	26.19	4H-1-Benzopyran-4-one, 2,3-dihydro-5,7-dihydroxy-2-phenyl-, (S)-	C ₁₅ H ₁₂ O ₄	256	0.99

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Cuadro 5. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de *Flourensia cernua*.

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Fórmula Molecular	MW	Área (%)
1	11.35	Borneol	C ₁₀ H ₁₈ O	213	2.41
2	13.85	Ethanone, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl)	C ₉ H ₁₀ O ₂	150	1.65
3	15.71	2-Benzothiazol	C ₇ H ₅ NS	135	2.31
4	18.20	Calarene epoxide	C ₁₅ H ₂₄ O	220	0.72
5	18.68	2-Naphthalenemethanol, decahydro-.alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]	C ₁₅ H ₂₆ O	222	1.46
6	19.37	(-)-Spathulenol	C ₁₅ H ₂₄ O	220	1.47
7	21.39	Cedran-diol, 8S,14	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	238	0.84
8	21.53	Eudesma-5,11(13)-dien-8,12-olide	C ₁₅ H ₂₀ O ₂	232	2.01
9	22.81	Naringenin	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	272	10.79

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Cuadro 6. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de hojas de *Flourensia microphylla*.

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Formula Molecular	MW	Área (%)
1	15.69	2-Hydroxy-5-methylbenzaldehyde	C ₈ H ₈ O ₂	136	1.52
2	16.45	Dodecanoic acid, 3-hydroxy	C ₁₂ H ₂₄ O ₃	216	1.63
3	16.63	Octanal, 2-(phenylmethylene)	C ₁₅ H ₂₀ O	216	12.28
4	19.10	4-Octadecenal	C ₁₈ H ₃₄ O	266	1.72
5	24.80	Apigenin 7-rutinoside	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	578	13.24
6	16.63	Methyl 4-O-acetyl-2,3,6-tri-O-ethyl-.alpha.-d-galactopyranoside	C ₁₅ H ₂₀ O ₇	320	13.06

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Cuadro 7. Compuestos químicos identificados en extracto metanólico de frutos de *C. foetidissima*

No.	RT (min)	Nombre del compuesto	Fórmula molecular	MW	Área (%)
1	15.349	Bencenoetamina, 2-fluoroβ,3-dihidroxi-N-metil-	C ₉ H ₁₁ F ₂ NO ₃	219	0.67
2	15.845	D-alosa	C ₆ H ₁₂ O ₆	180	7.18
3	21.507	Imidazol, 2-amino-5-[(2-carboxi)vinil]-	C ₆ H ₇ N ₃ O ₂	153	0.32
4	21.854	Ácido n-hexadecanoico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	11.46
5	23.217	amida erúcica	C ₂₂ H ₄₅ NO	337	7.25
6	23.427	Ácido linoleico	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	14.49
7	23.48	Ácido oleico	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	11.89
8	29.288	Scandenolona	C ₂₅ H ₂₄ O ₅	404	3.03

*RT: Tiempo de retención

*MW: Peso Molecular

Contenido fenoles totales (CFT)

El ANVA del CFT, mostró que extracto de *F. retinophylla* presentó el mayor ($p < 0.05$) contenido fenólico, seguido de los extractos de las especies de *Rhus* tienen un alto contenido fenólico, al compararse con los extractos de *F. microphylla* y *C. foetidissima* (Cuadro 8). La cantidad de fenoles obtenida para las especies de *Rhus* fueron: 230.83 y 290.49 mg/100mg, para *R. muelleri* y *R. trilobata*, respectivamente. Estos resultados son similares a los estudios reportados por Jasso de Rodríguez *et al.*, (2015), quienes obtuvieron valores de 339.40 mg/g de extracto, para hojas de *R. muelleri*. Al-Boushi *et al.*, (2014) reportaron valores de 193.10 mg/g de extracto de las hojas de *R. coriaria*, los cuales fueron más bajos que los reportados en la presente investigación. Por otra parte, para *F. microphylla* se han reportado valores de CFT de 314.60 mgGAE/g extracto de hojas, los cuales fueron más altos que los obtenidos en este estudio, sin embargo, cabe mencionar que se usó etanol como solvente. Las diferencias en concentraciones de los compuestos polifenólicos entre los dos solventes de extracción utilizados puede ser debido a que siendo el extracto una mezcla de diferentes clases de fenoles, estos pueden ser solubles selectivamente en los solventes (Koffi *et al.*, 2010).

Cuadro 8. Contenido total de fenoles y actividad antioxidante.

Extracto	TPC mg GAE/g Extracto	DPPH % de inhibición	FRAP µgFell/100 mg
<i>Y. filifera</i>	92.72±8.92e	19.66 ± 2.12ef	24.55 ± 1.13f
<i>Y. carnerosana</i>	90.11 ± 1.50e	21.94 ± 2.04e	23.13 ± 2.00f
<i>R. muelleri</i>	230.83 ± 1.18 c	94.92 ±1.93 a	395.97 ±15.00a
<i>R. virens</i>	211.52 ±8.16cd	54.88 ± 1.5c	157.22 ± 3.00c
<i>R. trilobata</i>	290.49 ± 16.23b	86.53 ± 0.07 b	224.10 ± 6.10b
<i>F. retinophylla</i>	405.27 ± 24.12a	19.01 ±2.22d	79.03 ± 1.80e
<i>F. cernua</i>	203.75 ±19.66cd	20.48 ± 1.05e	86.25 ± 3.20e
<i>F. microphylla</i>	181.40 ± 1.18d	36.65 ± 0.04 c	135.07 ± 5.05d
<i>C. foetidissima</i>	112.08 ± 15.31e	13.88 ± 0.01 f	25.14 ± 0.90f

Actividad Antioxidante

Los resultados de ANVA mostraron que las tres especies de *Rhus* mostraron la más alta ($p < 0.05$) actividad antioxidante (Cuadro 8), Estos resultados coinciden con los reportados por Jasso de Rodríguez *et al.*, (2015) quienes obtuvieron un valor de 96.9% de inhibición de DPPH en el extracto de etanol de *R. muelleri*. Para *R. trilobata* y *R. virens* en hojas y extracto de metanol se obtuvieron valores de 76.73% y 86.53% (respectivamente) y para *R. virens* 74.94% y 54.88% (respectivamente), para estas especies no existe información científica para comparar los resultados obtenidos sin embargo se puede considerar a especies del género *Rhus* como *R. coriaria*. Bursal *et al.*, (2011) reportaron valores de 41.2% en el extracto acuoso de *R. coriaria*, valor que fue inferior a los obtenidos en esta investigación. Por otra parte, las especies del género *Flourensia* y *Cucurbita* mostraron actividad antioxidante por debajo del 50%, y los extractos del género *Yucca*, reportaron valores debajo del 21% de inhibición. Los valores de actividad antioxidante de *Flourensia* son similares a los reportados por Jasso de Rodríguez *et al.* (2017) y los valores de *C.* superan a los reportados por Salazar *et al.* (2008) quienes reportaron un valor de 9.6% en el extracto de metanol.

Resultados de bioensayo de germinación

Los resultados obtenidos en el bioensayo de germinación fueron los correspondientes a las siguientes variables evaluadas:

Germinación de semillas

El mayor vigor en la germinación de las semillas se obtuvo con el extracto de *Rhus muelleri* a concentraciones de 50 a 200 mg/L y con el extracto de FM a 50 ppm (Cuadro 9). Mientras que para la variable evaluada Plántulas normales y anormales. El extracto de RM presentó el mayor número de plántulas normales a concentraciones de 75 a 200 mg/L (Cuadro 10) y el menor número de plántulas anormales (Cuadro 11) para la variable longitud del tallo. El mayor crecimiento de la longitud del tallo se obtuvo con el extracto de CF a 100 mg/L y con IAA y FM a 25 y 50 mg/L, respectivamente (Cuadro 12). El mayor crecimiento de la longitud de la raíz se obtuvo con el extracto de RT, RM y FM a 100, 75 y 50 mg/L, respectivamente (Cuadro 13). El extracto de FM presentó el mayor peso seco de plántulas a 50 mg/L (Cuadro 14).

Los extractos de metanol de RM, RV, RT, FM promovieron el crecimiento de plántulas de melón (*Cucumis melo*), a bajas concentraciones (0-75 mg/L). No se encontraron informes de actividades anteriores de estas especies. Los resultados del presente estudio muestran una nueva alternativa para usarlos como inductores de crecimiento en plántulas de melón. Este es el primer reporte científico en donde se utilizan extractos de plantas de semi-desierto como inductores de crecimiento, sin embargo, existen reportes acerca del uso de extractos de algas como bioestimulantes de crecimiento por (Hernández-Herrera *et al.*, 2015) en donde reporta bioensayos para mejorar el crecimiento de las plantas, el efecto de extractos de algas marinas y extractos de polisacáridos enriquecida sobre la germinación de semillas y actividad promotora del crecimiento el tomate (*Solanum lycopersicon* L.) variedad Río Grande, se obtuvieron mejores resultados a concentraciones más bajas por ejemplo el T-RM a concentraciones de 75 mg/L para las variables (PC Y PN); mientras que para la variable PA el tratamiento que mostró mejor resultado fué el FC a bajas

concentraciones 25-100 mg/L en cuanto al peso seco todos los valores fueron similares en su significancia.

Cuadro 9. Media de la variable, primer conteo, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de extractos de plantas y hormonas sintéticas.

Trat.	Concentración(mg/L)					
	0	25	50	75	100	200
RM	4.76cde	10abcde	23.33ab	23.33ab	21.66abc	20abcd
RT	4.76cde	0e	0e	0e	0e	0e
RV	4.76cde	8.33abcde	5bcde	10abcde	6.66bcde	6.66bcde
FC	4.76cde	5bcde	21.66abc	3.33cde	6.66bcde	3.33cde
FR	4.76cde	5bcde	6.66bcde	3.33cde	3.33cde	3.33cde
FM	4.76cde	8.33abcde	23.33ab	16.66abcde	5bcde	15abcde
YC	4.76cde	6.66bcde	1.66de	8.33abcde	8.33abcde	3.33cde
YF	4.76cde	3.33cde	3.33cde	3.33cde	3.33cde	10abcde
CF	4.76cde	8.33abcde	11.66abcde	10abcde	13.33abcde	10abcde
AIA	4.76cde	8.33abcde	8.33abcde	15abcde	5bcde	1.66de
AG	4.76cde	5bcde	1.66de	10abcde	0e	0e
KIN	4.76cde	3.33cde	3.33cde	10abcde	1.66de	5bcde
6BAP	4.76cde	5bcde	10abcde	10abcde		0e
ANA	4.76cde	0e	0e	1.66de	0e	0e

Letras con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$); CON= Concentración partes por millón; CF= *Cucurbita foetidissima*; AIA= Ácido indolacético; AG= Ácido Giberélico; RM= *Rhus muelleri*; FC= *Flourensia cernua*; YC= *Yucca carnerosana*; FM= *Flourensia microphylla*; YF= *Yucca filifera*; RT= *Rhus triovata*; RV= *Rhus virens*; KIN= Kinetina; FR= *Flourensia retinophylla*; 6BAP= 6 Bencil aminopurina; ANA= Ácido naptalenacético;

Cuadro 10. Media de la variable plántulas normales, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de extractos de plantas y hormonas sintéticas.

Trat.	Concentración(mg/L)					
	0	25	50	75	100	200
RM	34.52abcdefghi	58.33abcdefg	53.33abcdefgh	73.33a	70ab	70ab
RT	34.52abcdefghi	51.66abcdefgh	61.66abcdef	45abcdefghi	31.66abcdefghi	35abcdefghi
RV	34.52abcdefghi	63.33abcde	48.33abcdefgh	45abcdefghi	40abcdefghi	46.66abcdefgh
FC	34.52abcdefghi	10hi		8.33hi	23.33cdefghi	31.66abcdefghi
FR	34.52abcdefghi	33.33abcdefghi	25bcdefghi	18.33efghi	25bcdefghi	21.66defghi
FM	34.52abcdefghi	45abcdefghi	31.66abcdefghi	45abcdefghi	25bcdefghi	21.66defghi
YC	34.52abcdefghi	21.66defghi	8.33hi	21.66defghi	46.66abcdefgh	18.33efghi
YF	34.52abcdefghi	15ghi	28.33abcdefghi	20defghi	20defghi	20defghi
CF	34.52abcdefghi	23.33cdefghi	20defghi	25bcdefghi	30abcdefghi	30abcdefghi
AIA	34.52abcdefghi	16.66fghi	25bcdefghi	23.33cdefghi	30abcdefghi	18.33efghi
AG	34.52abcdefghi	68.33abc	28.33abcdefghi	46.66abcdefgh	53.33abcdefgh	50abcdefgh
KIN	34.52abcdefghi	13.33ghi	35abcdefghi	26.66bcdefghi	20defghi	16.66fghi
6BAP	34.52abcdefghi	58.33abcdefg	31.66abcdefghi	20defghi	8.33hi	0i
ANA	34.52abcdefghi	0i	0i	0i	0i	0i

Letras con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$); CON= Concentración partes por millón; CF= *Cucurbita foetidissima*; AIA= Ácido indolacético; AG= Ácido Giberélico; RM= *Rhus muelleri*; FC= *Flourensia cernua*; YC= *Yucca carnerosana*; FM= *Flourensia microphylla*; YF= *Yucca filifera*; RT= *Rhus triovata*; RV= *Rhus virens*; KIN= Kinetina; FR= *Flourensia retinophylla*; 6BAP= 6 Bencil aminopurina; ANA= Ácido naptalenacético;

Cuadro 11. Media de la variable, plántulas anormales, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de extractos de plantas y hormonas sintéticas.

Trat. (PA)	Concentración(mg/L)					
	0	25	50	75	100	200
RM	41.42abcdefg	26.66bcdefg	41.66abcdefg	10g	11.66fg	16.66defg
RT	41.42abcdefg	35abcdefg	26.66bcdefg	28.33bcdefg	46.66abcdefg	46.66abcdefg
RV	41.42abcdefg	20cdefg	25bcdefg	40abcdefg	45abcdefg	23.33bcdefg
FC	41.42abcdefg	61.66abc	35abcdefg	60abcd	50abcdefg	36.66abcdefg
FR	41.42abcdefg	48.33abcdefg	40abcdefg	53.33abcdefg	36.66abcdefg	48.33abcdefg
FM	41.42abcdefg	36.66abcdefg	38.33abcdefg	30bcdefg	45abcdefg	55abcdef
YC	41.42abcdefg	48.33abcdefg	43.33abcdefg	43.33abcdefg	40abcdefg	56.66abcde
YF	41.42abcdefg	48.33abcdefg	46.66abcdefg	46.66abcdefg	38.33abcdefg	58.33abcde
CF	41.42abcdefg	48.33abcdefg	50abcdefg	38.33abcdefg	43.33abcdefg	50abcdefg
AIA	41.42abcdefg	53.33abcdefg	55abcdef	56.66abcde	60abcd	40abcdefg
AG	41.42abcdefg	25bcdefg	33.33abcdefg	33.33abcdefg	30bcdefg	30bcdefg
KIN	41.42abcdefg	43.33abcdefg	48.33abcdefg	58.33abcde	30bcdefg	23.33bcdefg
6BAP	41.42abcdefg	20cdefg	60abcd	60abcd	66.66ab	75 ^a
ANA	41.42abcdefg	51.66abcdefg	50abcdefg	36.66abcdefg	15efg	18.33cdefg

Letras con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$); CON= Concentración partes por millón; CF = *Cucurbita foetidissima*; AIA= Ácido indolacético; AG= Ácido Giberélico; RM= *Rhus muelleri*; FC= *Flourensia cernua*; YC= *Yucca carnerosana*; FM= *Flourensia microphylla*; YF= *Yucca filifera*; RT= *Rhus triovata*; RV= *Rhus virens*; KIN= Kinetina; FR= *Flourensia retinophylla*; 6BAP= 6 Bencil aminopurina; ANA= Ácido naptalenacético;

Cuadro 12. Media de longitud de tallo evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de extractos de plantas y hormonas sintéticas.

Trat. (LT)	Concentración(mg/L)					
	0	25	50	75	100	200
RM	4.61abcd	4.53abcd	4.73abcd	4.94abcd	5.27abcd	5.37abcd
RT	4.61abcd	4.85abcd	3.27cd	4.28abcd	4.34abcd	4.21abcd
RV	4.61abcd	4.65abcd	4.31abcd	4.42abcd	3.35bcd	4abcd
FC	4.61abcd	6.58abc	5.52abcd	3.91bcd	4.32abcd	5.03abcd
FR	4.61abcd	3.885bcd	5.06abcd	5.00abcd	3.66bcd	4.65abcd
FM	4.61abcd	5.77abc	6.62ab	4.59abcd	3.13cd	3.59bcd
YC	4.61abcd	5.22abcd	3.08cd	4.81abcd	4.77abcd	5.35abcd
YF	4.61abcd	4.39abcd	3.69bcd	4abcd	6.04abc	5.14abcd
CF	4.61abcd	5.18abcd	6.24abc	5.26abcd	6.63a	5.61abcd
AIA	4.61abcd	6.63ab	4.67abcd	5.67abcd	6.51abc	5.38abcd
AG	4.61abcd	6.46abc	5.25abcd	4.93abcd	5.35abcd	4.91abcd
KIN	4.61abcd	3.95abcd	4.52abcd	3.15cd	2.85cd	4.24abcd
6BAP	4.61abcd	3.94bcd	3.28bcd	3.71bcd	3.5bcd	0d
ANA	4.61abcd	0d	0d	0d	0d	0d

Letras con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$); CON= Concentración partes por millón; CF= *Cucurbita foetidissima*; AIA= Ácido indolacético; AG= Ácido Giberélico; RM= *Rhus muelleri*; FC= *Flourensia cernua*; YC= *Yucca carnerosana*; FM= *Flourensia microphylla*; YF= *Yucca filifera*; RT= *Rhus triovata*; RV= *Rhus virens*; KIN= Kinetina; FR= *Flourensia retinophylla*; 6BAP= 6 Bencil aminopurina; ANA= Ácido naptalenacético;

Cuadro 13. Media de longitud de radícula central evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de extractos de plantas y hormonas sintéticas.

Trat. (LR)	Concentración(mg/L)					
	0	25	50	75	100	200
RM	9.52abcde	9.27bcdef	10abcde	11.32abc	11.24abcd	11.29abcd
RT	9.52abcde	8.98cdefg	9.46abcde	10.74abcd	11.7ab	8.98bcdefg
RV	9.52abcde	10.37abcd	9.92abcde	9.56abcde	10abcde	8.98defg
FC	9.52abcde	8.98efgh	8.98defg	8.98efgh	8.98efg	9.92abcde
FR	9.52abcde	9.55abcde	8.98bcdefg	10.27abcde	8.98cdefg	9.61abcde
FM	9.52abcde	10.70abcd	11.47abc	9.03bcdefg	8.98defg	8.98defg
YC	9.52abcde	9.45abcdef	8.98efgh	8.98defg	11.03abcd	9.09bcdefg
YF	9.52abcde	8.98defg	9.08bcdefg	9bcdefg	8.98defg	9.23bcdef
CF	9.52abcde	8.98cdefg	10.25abcde	9.06bcdefg	10.06abcde	8.98defg
AIA	9.52abcde	11.3abcd	10.23abcde	9.52abcde	10.19abcde	9.12bcdefg
AG	9.52abcde	11.56ab	10.53abcd	10.57abcd	11.64ab	11.86a
KIN	9.52abcde	8.98defg	10.26abcde	8.98defg	8.98gh	8.98cdefg
6BAP	9.52abcde	8.98defg	8.98fgh	8.98efgh	8.98gh	8.98h
ANA	9.52abcde	8.98h	8.98h	8.98h	8.98h	8.98h

Letras con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$); CON= Concentración partes por millón; CF= *Cucurbita foetidissima*; AIA= Ácido indolacético; AG= Ácido Giberélico; RM= *Rhus muelleri*; FC= *Flourensia cernua*; YC= *Yucca carnerosana*; FM= *Flourensia microphylla*; YF= *Yucca filifera*; RT= *Rhus triovata*; RV= *Rhus virens*; KIN= Kinetina; FR= *Flourensia retinophylla*; 6BAP= 6 Bencil aminopurina; ANA= Ácido naptalenacético

Cuadro 14. Media de la variable peso seco de la planta, evaluada en el ensayo de germinación de la semilla de melón Top Mark, con la aplicación de extractos de plantas y hormonas sintéticas.

Trat.	Concentración(mg/L)					
	0	25	50	75	100	200
RM	9.3abc	9.62abc	10.19abc	10.44abc	10.14abc	9.68abc
RT	9.3abc	10.98abc	10.33abc	10.17abc	11.22abc	10.75abc
RV	9.3abc	10.40abc	9.89abc	6.79bc	11.48abc	9.71abc
FC	9.3abc	11.35abc	9.46abc	7.08bc	9.52abc	10.29abc
FR	9.3abc	10.11abc	9.11abc	10.59abc	11.12abc	10.70abc
FM	9.3abc	8.52abc	19.87a	10.26abc	8.55abc	8.49abc
YC	9.3abc	12.04abc	8.10abc	7.27bc	9.90abc	8.63abc
YF	9.3abc	7.92abc	11.95abc	10.04abc	10.34abc	11.49abc
CF	9.3abc	9.18abc	11.91ac	9.59abc	6.48bc	9.45abc
AIA	9.3abc	10.91abc	11.77abc	11.22abc	12.29abc	8.62abc
AG	9.3abc	10.27abc	10.26abc	9.43abc	11.09abc	10.09abc
KIN	9.3abc	9.11abc	13.75ab	11.26abc	9.88abc	15.05ab
6BAP	9.3abc	11.93abc	10.30abc	15.76ab	7.97abc	0c
ANA	9.3abc	0c	0c	0c	0c	0c

Letras con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey $\alpha = 0.05$); CON= Concentración partes por millón; CF = *Cucurbita foetidissima*; AIA= Ácido indolacético; AG= Ácido Giberélico; RM= *Rhus muelleri*; FC= *Flourensia cernua*; YC= *Yucca carnerosana*; FM= *Flourensia microphylla*; YF= *Yucca filifera*; RT= *Rhus triovata*; RV= *Rhus virens*; KIN= Kinetina; FR= *Flourensia retinophylla*; 6BAP= 6 Bencil aminopurina; ANA= Ácido naptalenacético

Resultados de invernadero

Longitud de tallo

Los resultados de la aplicación de los extractos y hormonas al cultivo de tomate, en invernadero, mostraron un incremento en la longitud del tallo (Figura 4). La mayor longitud del tallo se observó con el ácido giberélico desde los 25 DDT, hasta el final del ciclo, alcanzando una altura de 180 cm. Además, el extracto de FM, así como el biorregulador 6BAP, también promovieron el crecimiento del tallo. Por otra parte, los valores menores de longitud de tallo se observaron con los tratamientos de los extractos RM, RT, CF y el biorregulador AIA, así como el testigo, con un rango de valores de 135 a 145. Ramírez *et al.*, 2005 menciona que el incremento de la longitud del tallo con la aplicación del AG3, puede ser por la estimulación de la elongación celular dentro del tejido. El crecimiento del tallo, causado por los extractos, en especial al de FM, puede ser atribuido al rompimiento de la dominancia apical y estimulación del tejido foliar (Salisbury & Ross, 1996). Además, este efecto se puede atribuir a los compuestos fenólicos, lo cuales tienen un rol importante en el crecimiento y metabolismo de la planta; como el compuesto apigenina 7-rutinosido (Jain & Srivastava, 1981), el cual se encontró en el extracto de FM, y podría contribuir al crecimiento del tallo.

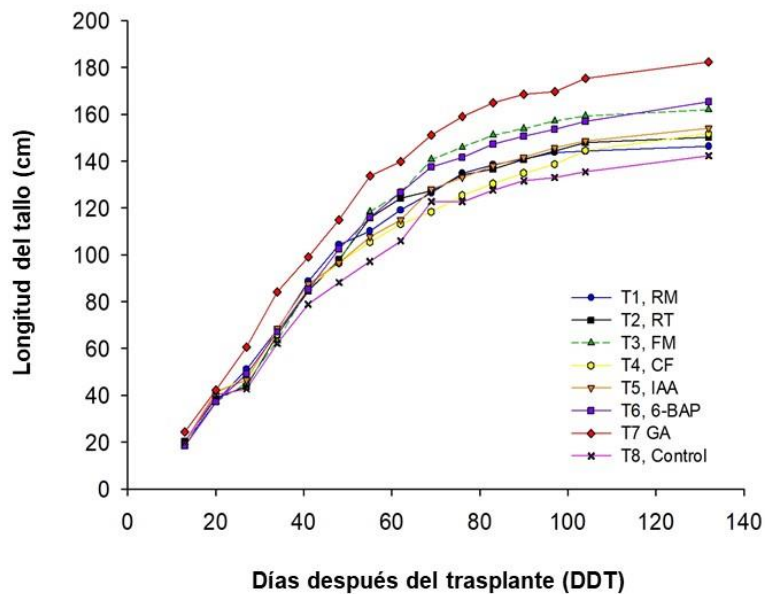


Figura 4. Crecimiento del tallo principal de tomate saladette variedad “Rio Grande” después de tratamientos con extractos de plantas y bioreguladores.

Diámetro de tallo

Los resultados del crecimiento del diámetro de tallo (Figura 5), no mostraron diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre los tratamientos, sin embargo, numéricamente el valor mayor se observó en el extracto de FM. Los valores del diámetro de tallo, variaron de 11.3 a 13.5 mm.

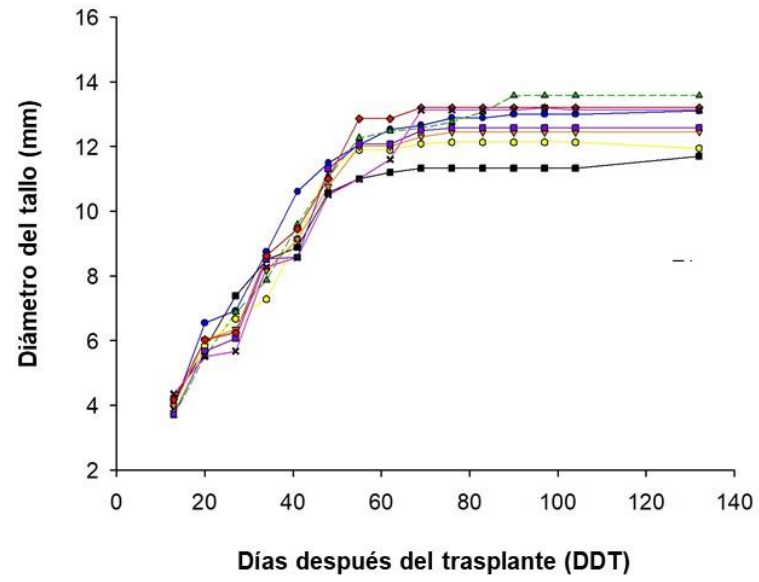


Figura 5. Crecimiento del diámetro del tallo en plantas de tomate saladette variedad "Río Grande" después de tratamientos con extractos de plantas y biorregulador.

Cuadro 15. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en los parámetros fenológicos y de producción de tomate saladette variedad "Río Grande".

Tratamientos (mg/L)	Hojas	Flores (No. Por planta)	Frutos	Rendimiento (gk/planta)	Peso del fruto (g)	Peso raíz (g)
<i>R. muelleri</i>	49.6 ab	47 a	35.5 a	2.014 a	56.6 a	6.57 ab
<i>R.trilobata</i>	55.8 a	30 ab	21.3 b	1.410 b	66.2 a	5.57 b
<i>F. microphylla</i>	47.2 ab	30 ab	20.4 b	1.410 b	69.2 a	5.14 b
<i>C. foetidissima</i>	42.6 b	35 ab	20.0 b	1.30 bc	50.0 b	6.14 ab
Ácido indolacético	52.5 a	30 ab	22.1 b	1.32 bc	59.7 ab	7.43 ab
6 BAP	50.4 ab	29 ab	21.0 b	1.06 bc	50.4 b	5.43 ab
Ácido Giberelico 4/7	54.6 a	28 b	19.4 b	0.93 c	47.5 b	13.86 a
Control	52.4 a	31 ab	22.1 b	1.06 bc	47.9 b	6.40 ab
CV%	14.5	27.72	33.2	30.2	35.4	48

Número de hojas y flores

El mayor número de hojas en las plantas de tomate se observó con la aplicación del tratamiento de RT (Cuadro 14), y este efecto fué estadísticamente igual a los números de hojas observados con AIA, AG_{4/7} y el testigo. Además, los extractos de RM y FM, y el 6BAP mostraron valores estadísticamente similares ($p < 0.05$) a los del tratamiento de RT. Por otra parte, se observa que el extracto de RM promovió una mayor floración en las plantas de tomate, ya que se observó el mayor ($p < 0.05$) número de flores, sin embargo, se observó una tendencia estadísticamente similar a la de RM con los extractos de RT, FM y CF. Los resultados del incremento de número de hojas con la aplicación del extracto de RT, puede atribuirse a la presencia del ácido shikimico (Al-amri, 2013).

Rendimiento de fruto

Estadísticamente, se puede observar que el extracto de RM promovió el más alto ($p < 0.05$) número de frutos obtenidos (Cuadro 14), mientras que, para el peso del fruto, este extracto obtuvo resultados estadísticamente iguales ($p < 0.05$) a los extractos de RM y FM. Se observa que, además, RM promovió el mayor rendimiento de la planta con un valor de 2.014 kg/planta. Por el contrario, el ácido giberélico presentó los menores valores en número de frutos y rendimiento. Los resultados de número de frutos, se enlazan directamente con el número de flores producidas por planta (Ruan *et al.*, 2012). Además, el desarrollo y peso del fruto está conectado con diversos metabolitos secundarios (Carrari y Fernie 2005). Los altos valores de rendimiento de fruto de RM, puede ser atribuído a los metabolitos secundarios que se identificaron en la planta, como el ácido shikimico, (Ming ca., *et al.*, 2014; Salem. M. *et al.*, 2013) que se ha reportado como un regulador de crecimiento.

Calidad del fruto

Los resultados del efecto de los extractos de las plantas y los biorreguladores, en la calidad del fruto se presentan en el (Cuadro.15) Se observó que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas ($p=0.05$) en los valores de: diámetro polar, diámetro ecuatorial y firmeza. Sin embargo, para los contenidos de SST y pH, si se presentaron diferencias significativas ($p<0.05$) entre los extractos y los biorreguladores. Los valores de SST están dentro de un rango de 4.06 y 5.18 °Brix, observándose los valores más altos ($p<0.05$) con la aplicación de los tratamientos de FM, CF y AIA. Se ha reportado que, el tomate (*Solanum lycopersicum*) tiene bajos contenidos de SST (Baxter *et al.*, 2004), concordando con los resultados obtenidos en la presente investigación. Además, se ha reportado que se necesita al menos un valor de 4.5 °Brix en tomate, para que éste pueda ser consumido o procesado (Vázquez *et al.*, 2015). Respecto a los valores de pH, se ha reportado que, para la industria, el fruto de tomate debe tener un pH de 4.4, mientras que, para el fruto de tomate fresco, los valores de pH pueden variar de 4.17 a 4.59 (Cantwell, 2006). En la presente investigación, se observó que los frutos de las plantas tratadas con los extractos de RT y FM, tuvieron valores de pH dentro del rango establecido para el fruto en fresco. Sin embargo, los valores obtenidos con el tratamiento de RM, superan a los establecidos, y los valores obtenidos con CF están por debajo. Los resultados obtenidos en la presente investigación mostraron que, los extractos son capaces de promover la calidad requerida del fruto en los estándares para su comercio.

Cuadro 16. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en los parámetros de calidad del fruto de tomate saladette variedad "Río Grande".

Tratamientos (mg/L)	Diámetro Polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Firmeza (kg cm ⁻²)	SST ⁺ (°Brix)	pH	Conductividad eléctrica μS*cm ⁻¹
<i>R.M</i>	61.00 a**	53.22 a	6.22 a	4.48 ab	5.98 a	17.78 ab
<i>R.T</i>	58.20 a	49.08 a	6.62 a	4.70 ab	4.40 b	21.20 ab
<i>F.M</i>	60.62 a	51.32 a	4.94 a	5.18 a	4.22 bc	14.72 b
<i>C.F</i>	57.46 a	45.80 a	6.26 a	5.02 a	3.96 bcd	16.40 ab
AIA	57.72 a	51.42 a	6.38 a	5.04 a	3.76 cd	22.42 a
6-BAP	58.22 a	53.18 a	7.06 a	4.20 b	3.52 d	15.88 ab
AG ₄₇	58.10 a	49.42 a	7.34 a	4.56 ab	3.80 cd	22.80 a
Control	59.52 a	51.76 a	7.30 a	4.06 b	3.76 cd	21.64 ab
CV(%)	8.41	7.54	38.4	7.45	5.8	18.22

Influencia de los extractos y biorreguladores en el contenido de licopeno en frutos de tomate

El ANVA mostró diferencias significativas entre los tratamientos, dentro de los cuales, el extracto de RM presentó el más alto ($p < 0.05$) contenido de licopeno, con 56.8 mg/100g tomate (Figura 6), este valor es más alto que el reportado por Ramírez *et al.* (2016). Los extractos de RT, FM y CF, y los biorreguladores IAA y GA, fueron estadísticamente iguales ($p < 0.05$), y similares a los resultados de RM. Se ha reportado que el tomate y sus subproductos son la principal fuente de licopeno (Shi and Le Maguer, 2000), un carotenoide con una potente actividad antioxidante (Arab and Steck, 2000). El alto contenido de licopeno en el fruto de la planta tratada con RM, puede ser atribuido a la presencia del ácido shikimico, así como al alto contenido de fenoles totales que contiene el extracto. Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Al-amri (2013), quien demostró un incremento de contenido de licopeno con la aplicación del ácido shikimico.

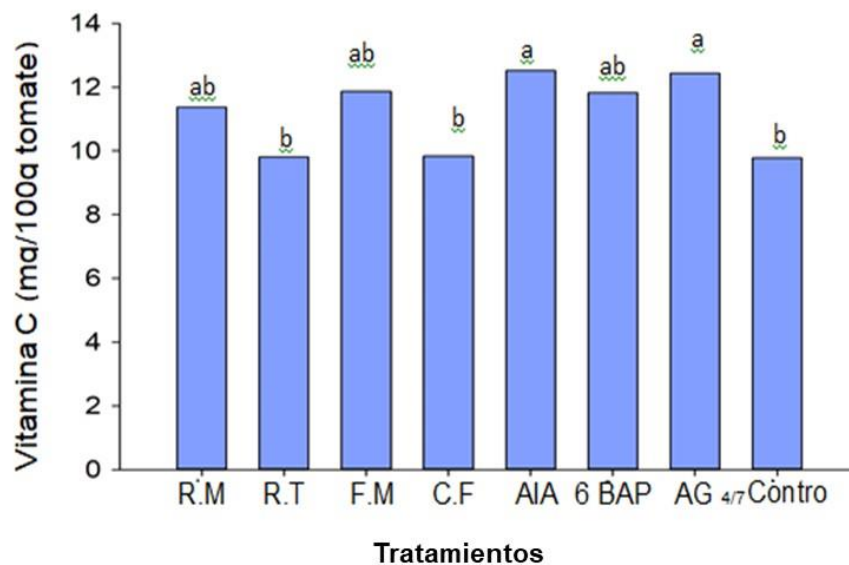


Figura 6. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en el contenido de licopeno en frutos de Tomate Saladette variedad "Río Grande".

Influencia de los extractos y biorreguladores en el contenido de Vitamina C en frutos de tomate

Los resultados del contenido de Vitamina C se presentan en la (Figura.7). Se observó que los extractos de FM y RM reportaron valores estadísticamente iguales, y RT y CF mostraron los valores más bajos en contenido de vitamina C. El incremento de la calidad del fruto, y su contenido de vitamina C con el extracto de FM, puede atribuirse a los compuestos químicos que se identificaron, los cuales tienen actividades antioxidantes.

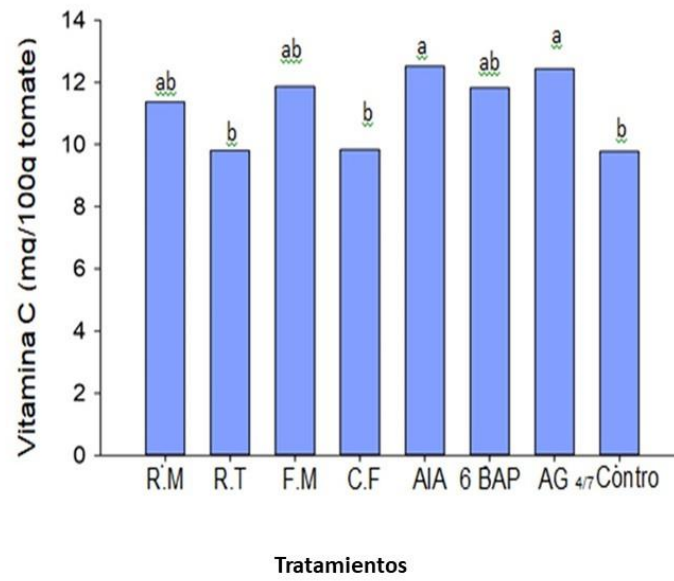


Figura 7. Efecto de los extractos de plantas y biorreguladores en el contenido de vitamina C en frutos de Tomate Saladette variedad "Río Grande".

CONCLUSIONES

Los análisis de los extractos por GC-MS mostraron que las especies de *Rhus*, contienen compuestos químicos que actúan como inductores de crecimiento, como lo son el ácido shikímico y quínico. De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de laboratorio, se indica que los extractos de *R. muelleri*, *R. trilobata*, *F. microphylla* y *C. foetidissima*, inducen el crecimiento y rendimiento de semillas de melón Var. Top Mark; y de plántulas de tomate saladette Var. Rio Grande, en el ensayo en invernadero. El extracto de *Rhus muelleri* presentó la mayor actividad inductora de crecimiento al aumentar el número de flores, frutos y contenido de licopeno en tomate. Es el primer reporte científico sobre la actividad inductora de crecimiento de los extractos de *R. muelleri*, *R. trilobata*, *F. microphylla* y *C. foetidissima*.

REFERENCIAS

- Adame, J., & Adame, H. (2000). Plantas curativas del noreste mexicano. *Editorial Castillo, Monterrey, NL*.
- Al-Amri, S. M. (2013). Improved growth, productivity and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants through application of shikimic acid. *Saudi journal of biological sciences*, 20(4), 339-345. Al-Boushi, M.A., Housam., Haj - Hamdo, H.H., Herbali, J., 2014. Extraction and study of the phenolic compounds in the leaves and sticks of the Syrian sumac plant (*Rhus coriaria* L.). *Int. J. Chem.Tech. Res.* 6, 2414–2420.
- Balas, A., & Popa, V. I. (2007). The influence of natural aromatic compounds on the development of *Lycopersicon esculentum* plantlets. *BioResources*, 2(3), 363-370.
- Arab, L., & Steck, S. (2000). Lycopene and cardiovascular disease. *The American journal of clinical nutrition*, 71(6), 1691S-1695S.
- Arunkumark, V., & Paridhavi, M. (2013). Evaluation of the components and antimicrobial activity of volatile oil from *Zanthoxylum limonella* fruit. *Int. J. Pharm. Bio. Sci*, 4(2), 777-787.
- Baxter, C. J., Sabar, M., Quick, W. P., & Sweetlove, L. J. (2005). Comparison of changes in fruit gene expression in tomato introgression lines provides evidence of genome-wide transcriptional changes and reveals links to mapped QTLs and described traits. *Journal of Experimental Botany*, 56(416), 1591-1604.
- B. Hamza , A. (2001) Sugars Biostimulantes : mitos y realidades *TurfGrass Trends* , 8, pp. 6 – 10
- Basra, 2000 *Reguladores de Crecimiento de Plantas en Agricultura y Horticultura: Su Papel y Usos Comerciales* Prensa de productos alimenticios.
- Biesalski, H., Dragsted, L.O., Elmadfa, I., Grossklaus, R., Muller, M., Schrenk, D., Weber, P., 2009. Bioactive compounds: definition and assessment of activity. *Nutrition* 25, 1202–1205.
- Biesalski, H. K., Dragsted, L. O., Elmadfa, I., Grossklaus, R., Müller, M., Schrenk, D., & Weber, P. (2009). Bioactive compounds: Safety and efficacy. *Nutrition*, 25(11-12), 1206-1211.
- Cai, M., Luo, Y., Chen, J., Liang, H., & Sun, P. (2014). Optimization and comparison of ultrasound-assisted extraction and microwave-assisted extraction of shikimic acid from Chinese star anise. *Separation and purification technology*, 133, 375-379.

- Carrari, F., & Fernie, A. R. (2006). Metabolic regulation underlying tomato fruit development. *Journal of Experimental Botany*, 57(9), 1883-1897.
- Checa J. 1996. Las hormonas vegetales. *Agrícola-Vergel* 12: 1-14.
- Choi, J., Bae, S. J., Ha, Y. M., No, J. K., Lee, E. K., Lee, J. S., ... & Chung, H. Y. (2010). A newly synthesized, potent tyrosinase inhibitor: 5-(6-hydroxy-2-naphthyl)-1, 2, 3-benzenetriol. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 20(16), 4882-4884.
- Cobos, M. I., Rodríguez, J. L., de las M Oliva, M., Demo, M., Faillaci, S. M., & Zygadlo, J. A. (2001). Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Baccharis notoserigila*. *Planta medica*, 67(01), 84-86.
- Dillon, M. O. (1984). *A systematic study of Flourensia (Asteraceae, Heliantheae)* (Vol. 16). Field Museum of Natural History.
- Domingo, D., & López-Brea, M. (2003). Plantas con acción antimicrobiana. *Rev Esp Quimioterap*, 16(4), 385-393.
- Du Jardin, P., 2012. La ciencia de los bioestimulantes de las plantas- un análisis bibliográfico. Contrato 30-CE0455515 / 00-96, Estudio ad hoc sobre productos bioestimulantes.
- González, A., Contreras, R., & Moenne, A. (2013). Oligo-carrageenans enhance growth and contents of cellulose, essential oils and polyphenolic compounds in *Eucalyptus globulus* trees. *Molecules*, 18(8), 8740-8751.
- González, A. A., Mateos Rocha, R. A., López, M., Hernández, M. L., & González Castro, A. (2013). Alternativas para el manejo de damping off en plántulas de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill (L, 1753) (Solanales: Solanaceae). *Rev. Biol. Agropec. Tuxpan*, 1, 1-10.
- Gris, 2004 WM Gris Regulación hormonal del crecimiento y desarrollo de las plantas *PLoS Biol.*, 2 (2004), pág. E31.
- Hernández, A., Rosa, A., Morrone, J. J., Terrazas, T., & López Mata, L. (2006). Análisis de trazos de las especies mexicanas de *Rhus* subgénero *Lobadium* (Angiospermae: Anacardiaceae). *Interciencia*, 31(12), 900-904.
- Hernández-Herrera, R. M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Zañudo-Hernández, J., & Hernández-Carmona, G. (2016). Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. *Journal of applied phycology*, 28(4), 2549-2560.

- Hernández-Magaña, R., Hernández-Oria, J. G., & Chávez, R. (2012). Datos para la conservación florística en función de la amplitud geográfica de las especies en el Semidesierto Queretano, México. *Acta botánica mexicana*, (99), 105-140.
- Hong, D. D., Hien, H. M., & Son, P. N. (2007). Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *Journal of Applied Phycology*, 19(6), 817-826.
- International Seed Testing Association (ISTA),2004. International Rules for Seed Testing. Ed.2004. Baserdorf,CH,-Switzerland.
- Jain, A., & Srivastava, H. S. (1981). Effect of salicylic acid on nitrate reductase activity in maize seedlings. *Physiologia Plantarum*, 51(4), 339-342.
- Jabbari, M., & Jabbari, A. (2016). Antioxidant potential and DPPH radical scavenging kinetics of water-insoluble flavonoid naringenin in aqueous solution of micelles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 489, 392-399.
- Jasso de Rodriguez, D., Trejo-González, F.A., Rodriguez-Garcia, R., Diaz-Jimenez, M.L.V., Sáenz-Galindo, A., Hernandez-Castillo, F.D., Villareal-Quintanilla, J.A., Peña-Ramos, F.M. 2015. Antifungal activity in vitro of *Rhus muelleri* against *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici. *Ind. Crops Prod.* 75,150-158.
- Jasso de Rodríguez, D., Salas-Méndez, E. de J., Rodríguez-García, R., Hernández-Castillo, F.D., Díaz-Jiménez, M.L.V., Sáenz-Galindo, A., González-Morales, S., Flores-López, M.L., Villarreal-Quintanilla, J.A., Peña-Ramos, F.M., Carrillo-Lomelí, D.A., 2017. Antifungal activity in vitro of ethanol and aqueous extracts of leaves and branches of *Flourensia* spp. against postharvest fungi. *Ind. Crops Prod.* 107, 499–508.
- Jiménez D. 2003. Enfermedades del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). México, D.F.102 p.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386-399.
- Kosar, M., Bozan, B., Temelli, F., & Baser, K. H. C. (2007). Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. *Food chemistry*, 103(3), 952-959.

- Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., & Etherton, T. D. (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American journal of medicine*, 113(9), 71-88.
- Ma, J. N., & Ma, C. M. (2015). Antifungal Inhibitory Activities of Caffeic and Quinic Acid Derivatives. In *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 635-641). Academic Press.3
- Mulwad, V. V., & Chaskar, A. C. (2006). Synthesis and antibacterial activity of new oxadiazolo [1, 3, 5]-triazine, 1, 2, 4 triazolo and thiadiazolo 1, 3, 4 oxadiazole derivatives.
- Nambara y Marion-Poll, 2005 E. Nambara, A. Marion-Encuesta Biosíntesis y catabolismo del ácido abscísico Annu. Rev. Plant Biol., 56 (2005), pág. 165-185 New class of phytohormones. India. Current Sci. 10(82):1239.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W. Usos agrícolas de bioestimulantes de plantas Plant Soil , 383 (2014) , págs. 3 – 41.
- Pell, S.K., Mitchell, J.D., Miller, A.J., Lobova, T.A., 2011. Anacardiaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*, vol. 10. Springer Heidelberg Dordrecht, London-New York, pp. 7–50.
- Popa, V.I., Danaila, M., Volf, I., Popa, M.I., 2007. Natural polyphenolic compounds. Structure, bioavailability and microbial interactions. In: *Proceedings of 8th Forum of International Lignin Institute*, Rome, pp. 89–90.
- Popa, V.I., Stîngu, A., Volf, I., 2010. Lignins and polyphenols in bioremediation. In: Fulekar, M.H. (Ed.), *Bioremediation Technology*. Springer, New York, pp. 100–135.
- Ramirez, H., Hoad, G.V., Benavides, A., Rangel, E., 2001. Gibberellins in Apple seeds and the transport of [3H]-GA4. *J. Mex. Chem. Soc.* 45,2, 47-50.
- Ramírez, H., Peralta-Manjarrez, R.M., Benavidez-Mendoza, A., Sánchez-López, A., Robledo-Torres, V., Hernández-Davila, J., 2005. Efectos de prohexadiona-Ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 11, 283–290.
- Raodah, M., Alia, Z.H., Faleeha, H.H., 2014. The antioxidant and antimicrobial of *Syriansumac* (*Rhus coriaria*) fruit extracts. *J. Nat. Sci. Res.* 4, 36–40.
- Rayorath, P., Khan, W., Palanisamy, R., Mac-Kinnon, S.L., Stefanova, R., Hankins, S.D., Critchley, A.T., Prithiviraj, B., 2008. Extracts of the brown

seaweed *Ascophyllum nodosum* induce gibberellic acid (GA₃)-independent amylase activity in barley. *J Plant Growth Regul* 27:370–379.

Ré R., Bramley, P., Rice, E. 2002. Effects of food processing on flavonoids and lycopene status in a Mediterranean tomato variety. *Free Radical Research* 36(7): 803-810.

Retamales, J. 2007. Actualización en hormonas vegetales y reguladores de crecimiento: aspectos básicos y modos de acción. Mc. Graw – Hill. Mar de Plata, Argentina.

Rodríguez-Jasso, R.M., Mussato, S.I., Pastrana, L., Aguilar, N.C., Teixeira, J., 2014. Chemical composition and antioxidant activity of sulphated polysaccharides extracted from *Fucus vesiculosus* using different hydrothermal processes. *Chem. Papers* 68, 203–209.

SAGARPA. 2005. Análisis agropecuario del tomate. Sinaloa, México. 9 p.

Salazar, R., Pozos, M. E., Cordero, P., Perez, J., Salinas, M. C., & Waksman, N. (2008). Determination of the antioxidant activity of plants from Northeast Mexico. *Pharmaceutical Biology*, 46(3), 166-170.

Salgado, R., Cortés, M. A. y Del Río, R. E. 2008. Uso de brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. *México. Biológicas*. 10:18-27.

Salisbury B, Ross W. Fisiología vegetal. México, D. F. 1996;759. Spanish.

Shi, J., Le Maguer, M., 2000. Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. *Crit. Rev. Biotechnol.* 204, 1–42.

Sasse, J. M., 1997. Recent progress in brassinosteroid research. *Physiologia Plantarum*. 100, 696-701.

Sasse, J.M., 1999. Physiological actions of brassinosteroids. In: Sakurai A, Yokota T, Clouse SD (eds) *Brassinosteroids: steroidal plant hormones*. Springer Verlag GmbH, Tokyo, pp 137–161.

Seeta, S.; Vidya, B.; Sujatha, E. and Anuradha, S. 2002. Brassinosteroids- a

Stingu, A., Volf, I., Popa, V. I., & Gostin, I. (2012). New approaches concerning the utilization of natural amendments in cadmium phytoremediation. *Industrial Crops and Products*, 35(1), 53-60.

Syed-Muddassir, Ali-Mashhadi, Uzma-Yunus, Moazzam-Hussain, Bhatti-Muhammad Nawaz-Tahir., 2014. Isoniazid cocrystals with antioxidant hydroxybenzoic acids. *Journal of Molecular Structure*, 1076 (5), 446-452.

- Teale et al., 2006 WD Teale, IA Paponov, K. Palme Auxina en acción: señalización, transporte y control del crecimiento y desarrollo de las plantas Nat. Rev. Mol. Cell Biol., 7 (2006), págs. 847 – 859.
- Tomić, S., Kojić-Prodić, B., Magnus, V., Laćan, G., Duddeck, H., & Hiegemann, M. (1995). Synthesis and conformational analysis of plant hormone (auxin) related compound 2-(indol-3-yl) ethyl β -D-galactopyranoside and its 2, 3, 4, 6-tetra-O-acetyl derivative. *Carbohydrate research*, 279, 1-19.
- Thimann K. 1938. Hormones and the analysis of grow. *Plant physiology* 13(3): 437- 449.
- Tringali, C., 2001. *BioactiveCompoundsfrom Natural Sources: Isolation, characterization and biologicalproperties*. Taylor & Francis, London.
- Tropicos, 2014. Tropicos recovered on October 27, 2014. *Ann. Missouri Bot. Garden* <http://www.tropicos.org/Name/1300180>.
- Vázquez, V.P., García, L.M.Z., Navarro, C.M.C., García, H.D. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. XIX, núm. 36, pp. 1351-1356
- Vega-Menchaca, M. del C., Verde-Star, J., Oranday-Cárdenas, A., Morales-Rubio, M.E., Núñez-González, M.A., Rivera-Guillén, M.A., Serrano-Gallardo, L.B., Rivas-Morales, C., 2013. Actividad antibacteriana y citotóxica de *Leucophyllum frutescens* (Berl) IM Johnst del Norte de México contra *Staphylococcus aureus* de aislados clínicos. *Rev. Mex. Cienc. Farm.* 44, 24-30.
- Ward, J.M., Evelyn, A. Hvir., 1957. The role of 3:4-dihydroxytoluene, sulfhydryl groups, and cresolase during melanin formation in a slimemold. *Biochimica et Biophysica Acta*, 25, 440-442.
- Zant, D., & Gubler, D. A. (2014). The presence of eucalyptol in *Artemisia australis* validates its use in traditional Hawaiian medicine. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(7), 520-522.
- Zeng, K., Thompson, K. E., Yates, C. R., & Miller, D. D. (2009). Synthesis and biological evaluation of quinic acid derivatives as anti-inflammatory agents. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 19(18), 5458-5460.