

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto de la Aplicación de Bioestimulantes Sobre Indicadores de Rendimiento y
Calidad de Frutos de Sandía (*Citrullus lanatus*) var. Gloriosa

Por:

ERICK DE LEÓN ORTIZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto de la Aplicación de Bioestimulantes Sobre Indicadores de Rendimiento y
Calidad de Frutos de Sandía (*Citrullus lanatus*) var. Gloriosa

Por:

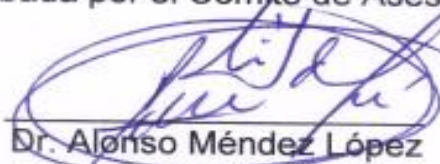
ERICK DE LEÓN ORTIZ


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alonso Méndez López
Asesor Principal


Dra. Aida Isabel Leal Robles
Coasesor


Dra. Silvia Yudith Martínez Amador
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2021

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Erick De León Ortiz

Asesor



Dr. Alonso Méndez López

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias y haberme permitido concluir con una meta más en la vida, por ser mi guía y haberme acompañado hasta estas instancias.

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mi Alma Terra Mater por haber permitido que me desarrollara y formara tanto académica y personalmente dentro de sus instalaciones y llevarme recuerdos muy bonitos de mi Alma Terra Mater.

Al departamento de botánica y a cada uno de sus maestros por su apoyo y dedicación para transmitir sus conocimientos a cada uno de sus estudiantes semestre tras semestre y así permitir cumplir con una meta muy importante para mí.

Al Dr. Alonso Méndez López por permitirme colaborar con él y por su puesto por todo el apoyo brindado para poder concluir con este trabajo.

A mis amigos Camilo Basurto Menera, Fernando Navarro Campos, Bernardino Amado Amador, Domingo Méndez Álvarez, Tomas Moreno Gómez, con quienes he vivido momentos memorables y quienes me han apoyado y aconsejado seguir adelante con cada uno de mis proyectos y que además se convirtieron en mi segunda familia durante mi estancia en la universidad.

A mi esposa Gabriela Datoli Garrido por apoyarme y estar conmigo en este logro tan importante para mí.

DEDICATORIAS

A mis padres:

HEVIR DE LEON HERNANDEZ

IRIS ORTIZ AGUIRRE

Por haberme dado la vida y haber visto siempre por mí y acompañarme en cada momento importante de mi vida. Por darme su amor, sus consejos, ser comprensivos y por ser lo más importante de mi vida. Este trabajo es dedicado a ellos porque sin su apoyo y esfuerzo realizado jamás lo habría logrado.

A mi esposa:

GABRIELA DATOLI GARRIDO

Por estar conmigo durante esta etapa de mi vida y brindarme su apoyo y amor incondicional, te dedico este trabajo con todo mi amor.

A mi hija:

ERIKA DE LEON DATOLI

Por ser el motivo de inspiración y las ganas de seguir adelante en todos los ámbitos de la vida, te dedico este trabajo con todo el amor del mundo.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	v
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
1.1.2. Objetivo General	3
1.1.3. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen y Distribución geográfica	4
2.2. Descripción botánica de la sandía.....	4
2.2.3. Hojas.....	5
2.2.4. Zarcillos.....	5
2.2.5. Flores	5
2.2.6. Frutos.....	6
2.4. Requerimientos del cultivo	7
2.4.1 Climáticos.....	7
2.4.2. Edáficos	7
2.4.3. Requerimientos hídricos	8
2.4.4. Luz	8
2.5. Manejo del cultivo de sandía	8
2.5.1. Preparación del terreno.....	8
2.5.2. Siembra.....	9
2.5.3. Trasplante	9
2.5.4. Tapado o acolchado.....	9
2.5.5. Polinización	10
2.5.6. Riego.....	10
2.6. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de sandía	11
2.6.1. Mosquita blanca	11
2.6.2. Mayate rayado del pepino	11
2.6.3. Pulgón de las cucurbitáceas	11

2.6.4. Diabrotica	12
2.6.5 Minador de la hoja.....	12
2.7. Principales enfermedades en el cultivo de sandía	12
2.7.1. Bacteriosis.....	12
Mancha angular: <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Lachrymans</i>	12
Mancha bacteriana del fruto: <i>Acidovorax avenae</i> subsp. <i>Citrulli</i>	13
2.7.2. MICOSIS	13
Fusariosis, marchitez: <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> <i>Fusarium solani</i> f.sp. <i>cucurbitae</i>	13
Oídio, cenicilla: <i>Golovinomyces cichoracearum</i>	14
2.8. Los bioestimulantes en las plantas.....	14
2.8.1. Composición de los bioestimulantes	15
2.8.2. Formulaciones de los bioestimulantes	15
2.8.3. Bioestimulantes a base de aminoácidos	16
2.9. Hormonas	17
2.9.1. Auxinas	17
2.9.2. Giberelinas	18
2.9.3. Citoquininas	18
2.10. Beneficios de los bioestimulantes	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Variedad utilizada.....	20
3.2. Producción de plántulas.....	20
3.3. Establecimiento del experimento	20
3.4. Tratamientos	21
3.5. DISEÑO EXPERIEMENTAL	22
3.6. VARIABLES EVALUADAS.....	22
3.6.1. Peso de frutos	22
3.6.2. Diámetro ecuatorial de frutos	22
3.6.3. Diámetro polar de frutos.....	22
3.6.4. Grosor del pericarpio.....	22
3.6.5. Grosor del mesocarpio	23
3.6.6. Resistencia.....	23
3.6.7. Color del pericarpio	23

3.6.8. Sólidos solubles y pH.....	24
3.6.9. Contenido de antocianinas.....	24
3.6.10. Acidez titulable y vitamina C	25
3.7. Analisis estadísticos.....	26
IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	27
4.1.2. Peso.....	28
4.1.3. Diámetro polar.....	28
4.1.4. Diámetro ecuatorial de frutos	29
4.1.5. Grosor de pericarpio	30
4.1.6. Grosor de mesocarpio.....	30
4.2.1. pH	32
4.2.2. Grados Brix	32
4.2.3. Resistencia.....	33
CONCLUSIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características y componentes de bioestimulantes evaluados.....	21
Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de la respuesta de los bioestimulantes en el cultivo de sandía para las variables vegetativas.....	27
Cuadro 3. Comparación de medias de variables vegetativas de fruto con la aplicación de bioestimulantes.....	31
Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de la respuesta de los bioestimulantes en el cultivo de sandía para las variables de calidad de fruto.....	31
Cuadro 5. Comparación de medias para variables de calidad de frutos con el uso de bioestimulantes.....	34

RESUMEN

El cultivo de sandía es uno de los más importantes en nuestro país, y ocupa uno de los primeros lugares a nivel mundial en la producción de este cultivo, siendo Estados Unidos y Canadá los principales países a donde se exporta esta fruta. En este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre caracteres productivos y de la calidad del fruto de sandía; el experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron, Biozyme® (3ml.L-1), Optifert® (5ml.L-1), ProfixxZit® (5ml.L-1), y testigo (agua destilada sola). Las aplicaciones se iniciaron con intervalos de 15 días iniciando 15 días después del trasplante. Las variables evaluadas fueron: diámetro de fruto, tanto polar como ecuatorial, peso del fruto, firmeza, pH y sólidos solubles de los frutos. Los mejores resultados los presentaron los bioestimulantes Biozyme que mejoró los parámetros peso, diámetro polar y grosor de mesocarpio del fruto, pH, °Brix, resistencia y vitamina C; y Optifert que tuvo efecto positivo en las variables peso, diámetro polar y ecuatorial, y grosor de mesocarpio del fruto, además de vitamina C. Por lo que, es posible mejorar las características de rendimiento y la calidad de frutos de sandía con la aplicación de bioestimulantes de origen orgánico.

I. INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai.), es una planta herbácea monoica cuyo origen se presume en el Continente Africano, en esta esta región aún es posible encontrarla en forma silvestre (Giaconi, 1989). Cultivo de amplia difusión en el país y de consumo generalmente crudo como postre, resulta una fruta muy refrescante que aporta muy pocas calorías, algunas vitaminas y minerales, compuesta en más de un 90% de agua, la hacen una fruta muy hidratante propia de la temporada de verano (INIA, 2017).

Las especies de *Citrullus* (Cucurbitaceae), se han cultivado desde la antigüedad. La pulpa de la fruta de las sandías silvestres es acuosa, pero típicamente de textura dura, de color pálido, suave y amarga. Las sandías, que son para el consumo humano, *C. lanatus*, tienen la pulpa bien coloreada, son dulces, el género cuenta con 4 especies por lo que la diversidad genética es muy estrecha, lo que sugiere que se originaron a partir de la selección de una sola población ancestral. Se han encontrado restos arqueológicos de sandías, en su gran mayoría semillas que datan de 5000 años encontrados en el noreste de África. También se ha encontrado una imagen de una fruta grande, rayada y oblonga en una bandeja de una tumba egipcia que data al menos de 4000 de antigüedad (Paris, 2015).

Actualmente, *C. lanatus*, se cultiva en la mayor parte del mundo. Como resultado del cultivo y la selección continua de este fruto, han llevado a la mejora de sus características hasta las variedades que se cultivan hoy día, manteniendo ciertos rasgos con sus antiguos ejemplares africanos (Fehér, 1993). En los últimos años, se ha incrementado el consumo de sandía debido al auge e incremento de las ventas de productos procesados frescos listos para consumir, modalidad para la cual la sandía resulta muy adecuada entre otras especies (INIA, 2017).

La sandía es un fruto que además de vitamina A, C y potasio, contiene licopeno, citrulina y arginina. El licopeno es el pigmento encargado de proporcionar el color

rojo a los frutos, principalmente a los de tomate y de sandía (Perkins, 2007). En la actualidad existe un amplio catálogo de variedades de esta especie, las cuales se clasifican por diferentes características agronómicas, entre las que destacan el color de la cáscara, tamaño del fruto, forma, sabor, entre otros. También se cultivan variedades de sandía sin semillas, triploides (INIA, 2017).

La sandía, es cultivada tradicionalmente de manera horizontal en el suelo, los cultivares de pequeños frutos (1-3 kg) son los que tienen mejor precio en el mercado y también se están cultivando en invernaderos, donde las plantas son entrelazadas en soportes verticales hacia arriba, con poda de sus ramas y adelgazamiento de los frutos. Estas prácticas hacen posible un incremento de la planta, densidad, calidad y rendimiento de los frutos comparados con el sistema de agricultura tradicional (Campagnol *et al.*, 2012).

El uso de bioestimulantes en las plantas en los últimos años se ha diversificado debido a que son sustancias y microorganismos diversos utilizados para mejorar el crecimiento de los vegetales. En este ámbito se estima que el mercado mundial de bioestimulantes experimentará un incremento del 12% por año y alcanzará más de 2,200 millones de dólares para el año 2018; sin embargo, a pesar del creciente uso de los bioestimulantes en la agricultura, muchos en la comunidad científica consideran que estos productos aún carecen de evaluación científica (Calvo *et al.*, 2014).

En este sentido y con el propósito de obtener una mejora en la producción y frutos de sandía con mejores características agronómicas y de calidad se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes naturales y sintético durante el periodo vegetativo del cultivo.

1.1.1. Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre indicadores de rendimiento y calidad de frutos de sandía en Saltillo, Coahuila.

Hipótesis

Los bioestimulantes son sustancias que tienen efectos sobre la regulación y modificación de los procesos fisiológicos de las plantas al estimular su crecimiento y desarrollo, además de mejorar su metabolismo, por lo que minimiza los efectos ocasionados por las condiciones ambientales adversas, por lo que su aplicación en plantas de sandía durante las primeras etapas de su desarrollo vegetativo promoverá la mejora en las características de rendimiento y de la calidad del fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y Distribución geográfica

Citrullus lanatus es una especie que pertenece a la familia de las cucurbitáceas, se cultiva en prácticamente todas las regiones costeras del mundo y del Mar Mediterráneo desde los tiempos ancestrales. Su descubrimiento se atribuye al explorador Livingstone, quien en uno de sus viajes encontró numerosas plantas silvestres de sandía en el corazón de África Central, por lo que el origen de este vegetal le fue asignado a dicho continente (NCBI, 2018).

2.2. Descripción botánica de la sandía

La sandía es una planta anual con tallos rastreros, de hasta 4 m de largo. Las raíces son poco profundas (40-50 cm) y extensas (60-90 cm), con raíces pivotantes y muchas raíces laterales. El cultivo de sandía se desarrolla en regiones cálidas ya que no es resistente a bajas temperaturas. Requiere de una larga temporada para crecer en las regiones subtropicales, pero es de rápido crecimiento en las regiones tropicales. La floración y el desarrollo del fruto son promovidos por la alta intensidad de luz y alta temperatura (TFnet, 2016).

2.2.1. Raíz

La planta de sandía presenta raíces muy extensas y ramificadas, y tienen gran capacidad para alcanzar gran profundidad, registrándose hasta 2 metro de profundidad en el suelo. La formación del sistema radicular inicia antes del surgimiento de los cotiledones en el suelo y alcanza su máximo tamaño cuando llega la etapa de la floración (Mahla *et al.*, 2014).

2.2.2. Tallo

La planta presenta un tallo principal herbáceo, a partir del cual se genera un gran número de ramificaciones, son de hábito rastrero que pueden alcanzar 3 metros

de largo, pero pueden llegar a medir de 8 a 10 metros. Los brotes jóvenes están cubiertos de pubescencia larga y lanuda que protege a la planta de las altas temperaturas. Las partes viejas de los tallos son glabros es decir, sin pubescencia, tiene zarcillos caulinares y pubescentes (Kumawat, 2017).

2.2.3. Hojas

La sandía generalmente presenta hojas de color verde oscuro, con venas prominentes, con un tamaño de 6-15 cm de largo y de 4-10 cm de ancho, son de forma ovada u ovada-triangular, con una superficie escabrosa o irregular por ambos lados, profundamente tímida o con un aspecto de marchitamiento, lobuladas a lobuladas-pinnadas, ovado con segmentos oblongos a lineal-lanceolado. El segmento central de la hoja, generalmente aguda o puntiaguda, los segmentos laterales son generalmente redondeados a obtusos en el ápice, en ocasiones más o menos bilobados, peciolo de 3-8 cm de largo. En general su hoja tiene tres grandes lobulos cada uno lejos del otro, dividido en lóbulos pequeños (Mahla *et al.*, 2014).

2.2.4. Zarcillos

Son complejos y están divididos en 2 o 3 filamentos, se encuentran en el lado opuesto a las hojas. (Parsons, *et al.*, 1990). La planta tiene la capacidad de generar uno en la axila de cada hoja, son bífidos o trifidos que utiliza la planta para sujetarse al suelo o a otras plantas con el fin de que los vientos no la vuelquen, Los zarcillos actúan como fijadores gracias a su intensa excitabilidad al contacto (Reche, 1988).

2.2.5. Flores

La planta es generalmente monoica, por lo que en la misma planta están presentes flores masculinas estaminadas y flores femeninas pistiladas, muy fáciles de identificar cada tipo. En esta especie las flores son más pequeñas y menos

atractivas en comparación con las flores de otras cucurbitáceas. Estas son de color amarillo, con un diámetro de 2.5 a 4.0 cm y aparecen solitarias en las axilas de las hojas (Peñaloza, 2001). En muchos cultivares la inflorescencia se presenta un patrón que se repite en la mayoría de los casos dentro de cada rama, donde en las axilas aparecen primero una secuencia de seis flores masculinas y la séptima es una flor femenina, y así sucesivamente. La razón por la que ocurre esto es por la proporción entre las flores masculinas y femeninas puede variar de acuerdo con el cultivar, y con las condiciones ambientales de temperatura y luz. Cada flor se mantiene abierta solamente un día; estas abren temprano en la mañana, dentro de la primera o segunda hora después de la salida del sol. En la base de la flor femenina se puede observar el ovario expuesto con la forma de una fruta pequeña, el cual crece y se desarrolla después de que ocurre la polinización de dicha flor. Cuando ocurre una polinización inapropiada o si la carga de frutas en la planta es excesiva, la flor podría abortar. Frutas que fueron pobremente polinizadas y que no abortaron, usualmente van a ser deformes (Rullán, 2015).

2.2.6. Frutos

Los frutos pueden ser esféricos, elipsoidal o cilíndrico, según la variedad del cultivo; liso, verde uniforme o con manchas de diferente tono. El mesocarpio es carnoso de color blanco no comestible. La pulpa comestible de color roja o amarilla está constituida por el mesocarpo interno, formado por un parénquima lleno de agua y azúcares y recorrido por haces vasculares muy finos (León, 1987).

2.3. Importancia del cultivo

La producción de sandía en México es de alta calidad y su producto es muy bien apreciado en el extranjero, en 2016 nuestro país se situó en el 12vo. lugar de los países productores donde China ocupa el primer lugar; en las principales zonas productoras de sandía, el cultivo es producido bajo un nivel tecnológico basado en la utilización de sistemas de riego por goteo, el cual hace más eficiente el uso de los recursos e insumos. Es importante destacar que México en el 2016 fue el

mayor exportador de sandías en mundo. El volumen que se destina al mercado externo representa el 64.2% de la producción nacional de la fruta, por la cual se generaron divisas por 140.5 millones de dólares; El principal mercado de prácticamente el total de las exportaciones es Estado Unidos. Los otros dos destinos son Alemania y Japón (SAGARPA, 2017).

En México la superficie cosechada de sandía durante el año 2016 fue, en promedio, de 49,726.34 hectáreas, con un rendimiento de 24.125 ton/ha y una producción anual de 1'199,648 toneladas. En 2016 los estados con mayor volumen de producción en orden son: Sonora con 440,106 ton, Jalisco con 123,175 ton, Chihuahua con 97,222 ton y Veracruz con 91,174 ton. Regostándose un consumo per cápita de 3.7 Kg. (SAGARPA, 2017).

2.4. Requerimientos del cultivo

2.4.1 Climáticos

La sandía presenta diferente requerimiento de temperatura según la etapa fenológica. Para la germinación de la semilla la temperatura oscila entre 25 y 35 °C. Sin embargo, los 20 °C todavía se consideran adecuados pero la germinación tarda entre 10-14 días. A 15 °C se presentan bajos porcentajes de germinación. El requerimiento de temperatura durante el cultivo debe ser superior a los 20 °C. Las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos con temperaturas de 18 a 25°C como óptimas, con una máxima de 32°C, y una mínima de 18°C (Giacconi, 1995).

2.4.2. Edáficos

Las sandías para su crecimiento prefieren suelos franco arenosos con un buen drenaje y un pH ligeramente ácido. Cuando se cultiva en suelos muy pesados, las plantas se desarrollan lentamente y el tamaño y calidad de los frutos son menores. Los suelos que producen los frutos de mejor calidad son las arenas finas, siempre y cuando se le proporcionen el agua y los fertilizantes necesarios (Shrefler, 2015).

2.4.3. Requerimientos hídricos

Posiblemente el agua es el factor climático más importante en el crecimiento de las plantas de sandía, siendo crítica en algunos estados fenológicos como es la floración. El intervalo óptimo de humedad relativa debe situarse entre el 60-80% (Gázquez, 2014).

2.4.4. Luz

La planta de sandía es muy sensible al fotoperiodo, la cantidad de luz influye demasiado para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis, por este proceso se incrementa la biomasa vegetal y el desarrollo del follaje. Solo una pequeña fracción es necesaria para la síntesis de los glúcidos, por lo que la falta de luz puede provocar problemas en la fase de desarrollo de los frutos. La iluminación débil favorece el ahilamiento, es decir el crecimiento de tallos poco lignificados y la intensa, incrementa el número de flores y la precocidad en la maduración de los frutos (Gázquez, 2014).

2.5. Manejo del cultivo de sandía

2.5.1. Preparación del terreno

Las raíces de la sandía pueden alcanzar hasta los dos metros de profundidad (Guenko, 1983 citado por Valadez, 1989), por lo cual es importante preparar una buena cama de establecimiento. Dependiendo del tipo de suelo y el cultivo anterior, se sugiere realizar lo siguiente:

- a) Subsuelo a una profundidad de más de 40 a 50 cm para romper capas impermeables.
- b) Barbecho a una profundidad de 30 a 35 cm para incorporar residuos vegetales, malezas y abonos orgánicos, exponer organismos dañinos y desmenuzar el suelo.

- c) Labranza secundaria. Se realizan dos o tres pasos de rastra, de manera que el suelo o cama quede bien mullida, si es necesario se da un paso de desterronadora y finalmente se nivelan trazan las camas de siembra.

2.5.2. Siembra

Generalmente se hace por siembra directa protegida o sin protección de las heladas según sean las condiciones del lugar donde se va establecido el cultivo. En una escala menor puede llevarse a cabo la siembra en invernadero, esto puede hacerse en bolsas plásticas o envases, para después ser trasplantado al campo en el momento más adecuado. La siembra directa se realiza con semilla seca, humedecida o pregerminada, colocando 1 o normalmente 2 semillas por golpe y cubriéndola con unos 2 cm de turba, perlita, vermiculita, arena o humus de lombriz. La siembra de la semilla pre-germinada debe realizarse cuando la longitud de la radícula sea como mucho de 1 cm (Giacconi, 1995).

2.5.3. Trasplante

El trasplante se realiza de manera mecanizada o manual, si el área a trasplantar es mayor a una hectárea y se realiza de forma manual cuando el área a trasplantar es menor de una hectárea. El trasplante mecanizado se realiza mediante una maquina trasplantadora, la cual en promedio realiza hasta tres hectáreas por día. En el trasplante manual se realizan pequeños hoyos en el suelo con una herramienta especializada diseñada.

2.5.4. Tapado o acolchado

Esta actividad consiste en colocar una protección de malla holgada sobre la planta recién sembrada que cubra el área de la cama de siembra y permita el crecimiento de la planta hasta el inicio de la floración. La cubierta evita la entrada de plagas y esporas de patógenos, pero sobre todo chupadores para evitar virosis. Normalmente esta manta se puede usar hasta en cuatro ciclos de cultivo y el costo

por ciclo es más bajo que el costo de químicos usados con plantas expuestas. Además, la mayor ventaja es que hay seguridad de llegar a 22 días libres de virosis y por consiguiente la certeza que producirá (INIA, 2017).

2.5.5. Polinización

En la sandía la polinización típicamente es cruzada y se favorece por las vistosas flores de color amarillo que poseen nectarios y aroma que actúan como atrayente natural. La polinización es entomófila y en ella la participación de las abejas fundamental (INIA, 2017). Para que la polinización ocurra, es necesario que el polen de una flor masculina llegue al estigma de la flor femenina donde crecerá y se desarrollará el fruto. Esta labor de polinizado la realizan de forma natural los insectos por esta razón usamos el término 'Entomófila'. Una buena polinización define la calidad del fruto. Los problemas de corazón partido, deformaciones y abortos están ligados a malas polinizaciones (Montalván, 2007).

2.5.6. Riego

La sandia es altamente demandante de humedad durante todo su ciclo de producción, por lo que con 8 a 10 pulgadas de profundidad de riegos frecuentes o por medio de agua de lluvia es más que suficiente para obtener una buena cosecha de sandías en suelos arenosos. Los períodos en los que el estrés hídrico es más dañino para los cultivos son antes de la emergencia de las plántulas, cuando empieza la etapa de floración y días antes de la etapa de cosecha. La poca humedad a la hora de sembrar da como resultado la emergencia de plántulas raquíticas y una disminución en el porcentaje de germinación. La deficiencia de agua en la etapa de floración del cultivo da como resultado una disminución en el amarre de frutos y deformidades en los frutos. El exceso de agua durante esta etapa puede ocasionar frutos con pulpa de color blanco, una reducción de azúcares en el fruto y hasta explosión de los frutos por exceso de agua (Roberts *et al.*, 1996).

2.6. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de sandía

2.6.1. Mosquita blanca (*Bemisia* spp.)

La importancia de esta plaga es en la etapa de ninfas ya que estas insertan su estilete dentro de los tejidos de las hojas o los tallos de la planta y empiezan a succionar la savia de las plantas, transmitiendo enfermedades por virus. Además, esta plaga secreta una especie de mielecilla la cual ocasiona la presencia de una enfermedad secundaria conocida como fumagina que se caracteriza por una coloración negra que cubre la hoja evitando que esta realice la fotosíntesis de manera adecuada. En el cuarto estadio ninfal emerge el adulto y tanto los machos como las hembras son alados y están cubiertos de escamas blancas característica a la cual deben su nombre (Luis, 1993).

2.6.2. Mayate rayado del pepino (*Acalymma trivittatum*)

Esta plaga es importante ya que se introducen en el suelo en busca de plantas en germinación, mastican las hojas y brotes tiernos, especialmente el tallo cerca o debajo de la superficie, llegan a alimentarse de las flores y roen agujeros en la corteza de los frutos. Además, algunos individuos son portadores de la marchitez bacteriana de las cucurbitáceas, el bacilo pasa el invierno en el intestino del mayate, quien al alimentarse inocula el patógeno en la planta. Este insecto también es un importante diseminador del mosaico del pepino (Bonsignore and Vacante, 2017)

2.6.3. Pulgón de las cucurbitáceas (*aphis gussypii*)

Esta especie es considerada como la principal plaga de la sandía. El Daño en el cultivo lo ocasionan las ninfas y adultos al succionar la savia impidiendo el buen desarrollo de la planta. En infestaciones severas las hojas se arrugan y se retuercen. Sin embargo, el mayor peligro de este insecto está en el hecho de que es un vector de enfermedades virosas. Este áfido es de color variable, puede ser

amarillento, verde negruzco o gris de 1.5 a 1.9 mm de longitud y el color de su abdomen es verde amarillento o verde oscuro (Luis, 1993).

2.6.4. Diabrotica (*Diabrotica undecimpunctata*)

En su estado adulto ocasiona daños por alimentación al morder las hojas, dejando agujeros de forma irregular y cicatrices en los frutos. Las larvas se alimentan de las raíces de las plantas silvestres. Su mayor daño lo ocasionan cuando las plántulas han emergido y se alimentan de las hojas cotiledóneas hasta terminar por completo con ellas. Se puede controlar con los mismos productos sugeridos para el mayate rayado del pepino (Luis, 1993).

2.6.5 Minador de la hoja (*Liriomyza* sp.)

Este insecto pertenece al orden Díptera, a la familia Agromyzidae. Las hembras al depositar los huevecillos en las hojas ocasionan picaduras en las hojas y cuando las larvas emergen se alimentan de las hojas ocasionando galerías en las hojas. El principal daño lo causan las larvas al horadar entre las superficies superior e inferior de las hojas. Daño que reduce la capacidad de hacer fotosíntesis de las plantas y las hojas afectadas mueren prematuramente. Si el ataque es severo las plantas se marchitan y pueden perder la mayor parte del follaje. Si el ataque ocurre con fruta amarrada, la defoliación puede disminuir el rendimiento (Luis, 1993).

2.7. Principales enfermedades en el cultivo de sandía

2.7.1. Bacteriosis

Mancha angular: *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*

Esta enfermedad se identifica por la presencia de síntomas como pequeñas manchas angulosas, acuosas o necróticas, aparecen en la lámina foliar, generalmente delimitadas por las venas secundarias o terciarias. Manchas

similares se desarrollan en los peciolo, tallos y frutos. La infección se favorece con temperaturas entre 20 y 27 °C en presencia de lluvias, riegos por aspersión o humedad relativa superior al 95%. Se disemina por el salpicado producido por las lluvias, a través del drenaje superficial, en semilla contaminada y secundariamente por medio de algunas labores de cultivo. Sobrevive en residuos de plantas enfermas por uno o dos años en el suelo. Junto a semilla infectada (Atlas de Gotuzzo *et al.*, 2004).

Mancha bacteriana del fruto: *Acidovorax avenae* subsp. *Citrulli*

Esta enfermedad ataca principalmente sandía y melón, produce manchas irregulares de color verde oliva con aspecto vidrioso, acuosas o grasosas, las que se inician con pequeñas lesiones hasta cubrir gran parte de la superficie expuesta de los frutos. En la parte central de la hoja aparece una lesión necrótica de color café. Presencia de exudados en los tallos. Eventualmente puede penetrar en el fruto, llegando a contaminar la semilla. La enfermedad es favorecida con ambientes cálidos y húmedos. Se disemina en semilla infectada, posiblemente por el efecto de salpicado producido por las lluvias o el riego por aspersión. Posiblemente al trasladar plantas enfermas. Persiste en semilla infectada, en restos de cultivos enfermos, en plantas voluntarias o en algunas malezas hospederas. Puede persistir en forma epífita (Atlas de Gotuzzo *et al.*, 2004).

2.7.2. Micosis

Fusariosis, marchitez: *Fusarium oxysporum f.sp. melonis* *Fusarium solani f.sp. cucurbitae*

Esta enfermedad es probablemente la mas importante en el cultivo de sandía, se manifiesta por medio de marchitez y amarillamiento de hojas en plantas adultas. Inicialmente los síntomas aparecen sólo en alguna ramificación de la planta, pero se puede generalizar y eventualmente producir la muerte de la planta completa. Provoca necrosis del tejido vascular, xilema, visible al cortar transversalmente las

raíces o la base de los tallos. Algunas especies causan pudrición de frutos. Se desconoce la exacta distribución geográfica de estas especies de *Fusarium* en países en el continente americano. El hongo persiste en el suelo asociados a restos de plantas enfermas, y en otros hospederos. (Atlas de Gotuzzo *et al.*, 2004).

Oídio, cenicilla: *Golovinomyces cichoracearum*

Se manifiesta con la presencia de un moho blanquecino y ceniciento en forma superficial en las hojas, tallos y frutos. Necrosis de los tejidos parasitados. Defoliación anticipada cuando los ataques son severos. Se favorece con temperaturas alrededor de 27 ° C y alta humedad ambiental, pero la presencia de lluvias y lloviznas limitan su desarrollo. las conidias son transportadas por el viento. persiste como micelio o conidias asociados a restos de tejidos enfermos. Posiblemente como cleistotecios en restos de plantas enfermas (Atlas de Gotuzzo *et al.*, 2004).

2.8. Los bioestimulantes en las plantas

El termino bioestimulantes es usado muy a menudo de forma plural. Es un término muy amplio que literalmente quiere decir o significa, un grupo de ingredientes que estimulan la vida. Esto podría ser interpretado también como un grupo de compuestos que estimulan respuestas favorables en las plantas. Los bioestimulantes también han sido descritos como compuestos no nutricionales (Hamza y Suggars, 2001).

Son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo y confiere a las plantas resistencia ante condiciones adversas (estrés abiótico). Los bioestimulantes se utilizan cada vez más en la agricultura convencional y pueden ayudar a resolver las ineficiencias que se mantienen en la agricultura hoy en día (Palazón, 2014).

Un bioestimulante vegetal es cualquier sustancia o microorganismo aplicado a las plantas con el fin de mejorar su eficiencia nutricional, a tener mayor tolerancia al estrés abiótico y a mejorar la productividad y calidad del cultivo independientemente de su contenido de nutrientes. Por extensión, los bioestimulantes también designan productos comerciales que contienen mezclas de dichas sustancias y / o microorganismos(du Jardin, 2015).

2.8.1. Composición de los bioestimulantes

La tarea de definir las bases biológicas de los bioestimulantes como una clase de compuestos, sin embargo, se hace más complejo por las diversas fuentes de bioestimulantes que existen en el mercado, que incluyen bacterias, algas marinas, plantas superiores, animales y materia orgánica que contienen humatos y la amplia diversidad de procesos industriales utilizados en su preparación. Para distinguir los bioestimulantes de las categorías de productos legislativos existentes, de un bioestimulante como un producto formulado de origen biológico que mejora la productividad de la planta como consecuencia de las propiedades nuevas o emergentes del complejo de constituyentes(Yakhin *et al.*, 2017).

Los bioestimulantes son compuestos o materiales orgánicos que aplicado en pequeñas cantidades son capaces de potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas (Schmidt *et al.*, 2003).

2.8.2. Formulaciones de los bioestimulantes

La definición de bioestimulantes habla sobre cinco categorías de bioestimulantes: microbianos inoculantes, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, proteínas hidrolizadas y aminoácidos y por ultimo las algas marinas (Calvo *et al.*, 2014).

2.8.3. Bioestimulantes a base de aminoácidos

Estos bioestimulantes poseen aminoácidos en diferentes composiciones: libres, en cadenas cortas (1-10 aminoácidos) oligopéptidos, o en cadenas largas (mayor de 10 aminoácidos) polipéptidos. Los aminoácidos son las unidades básicas que componen las proteínas y estas juegan un papel clave en todos los procesos biológicos como en el transporte y el almacenamiento, el soporte mecánico, la integración del metabolismo, el control del crecimiento y la diferenciación. Las plantas sintetizan los aminoácidos a través de reacciones enzimáticas por medio de procesos de aminación y transaminación. El primero de ellos es producido por sales de amonio absorbidas del suelo y ácidos orgánicos, producto de la fotosíntesis. La transaminación permite, además, producir nuevos aminoácidos a partir de otros preexistentes (Saborío, 2002)

2.8.4. Bioestimulantes a base de aminoácidos con reguladores de crecimiento

Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, macromoléculas que en las plantas tienen funciones estructurales, enzimáticas y hormonales. Los aminoácidos libres juegan el papel de regulador de crecimiento, y están indicados como vigorizantes y estimulantes de la vegetación en los periodos críticos de los cultivos, como plantas recién trasplantadas, plantas jóvenes en fase activa de crecimiento, frutales en prefloración, cuajado y crecimiento de fruto. También resulta provechosa su aplicación en la recuperación de daños producidos por estrés hídrico, heladas, granizos y plagas. Favorecen el desarrollo radicular, por ejemplo, el triptófano es precursor del ácido Indol acético AIA. El aminoácido más utilizado es el ácido glutámico. Éste estimula los procesos de crecimiento de los meristemas radiculares, foliares y florales, interviene en la respuesta anti estrés y en el transporte de nitrógeno. La presencia de prolina y ácido glutámico en un medio utilizado para la germinación de polen eleva la tasa de germinación y estimula de manera considerable el crecimiento del tubo polínico, de esta forma, el tubo polínico puede llegar a tener el doble de longitud que el mismo polen en un

medio sin prolina. Aminoácidos como la glicina y la hidroxiprolina aumentan la longitud del tubo polínico y el ácido aspártico la tasa germinativa (Intagri, 2018).

2.9. Hormonas

Las hormonas vegetales (fitohormonas) pueden ser definidas como un grupo de sustancias orgánicas sintetizadas de las plantas que tienen la capacidad de afectar los procesos fisiológicos en concentraciones mucho más bajas que los nutrientes o que las vitaminas. En las plantas, la comunicación química es establecida fundamentalmente a través de fitohormonas, aunque tampoco se desecha la posibilidad de que hayan otros mediadores químicos, cuya composición hasta el momento se desconoce (Echeverría et al., 2008).

Tradicionalmente, las hormonas vegetales han sido clasificadas en cinco grupos: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno. En la actualidad encontramos otros grupos de sustancias también consideradas hormonas vegetales, tales como las poli aminas, el ácido jasmónico, el ácido salicílico y los brasinosteroides (Flórez y Cruz, 2004) .

Existen compuestos denominados “reguladores de crecimiento”, que pueden ser de naturaleza química diferente a algunas hormonas y/o “desconocidas o nunca codificadas” por el metabolismo celular, que pueden igualmente desarrollar efectos semejantes a hormonas endógenas naturales. Algunas de ellas provocan respuestas más intensas que los compuestos naturales a igual concentración molar. Al mismo tiempo algunas de estas sustancias sintéticas de acción afín también pueden ser reconocidos por receptores específicos de hormonas naturales por ejemplo: auxina y reguladores no naturales del “tipo auxina” (Jordán y Casaretto, 2006).

2.9.1. Auxinas

El ácido indol-3-acético (AIA) es la auxina que se encuentra presente en la mayoría de las plantas. Algunos compuestos precursores de AIA, como el indol

acetaldehído, también pueden presentar actividad de auxinas. Algunas plantas presentan otros compuestos que son similares estructuralmente y que provocan las mismas respuestas, como el ácido fenilacético (AFA), otro que se encuentra presente pero que es menos activo que el AIA es el ácido 4-cloro-indolacético (4-CL-AIA) que ha sido encontrado en diversas semillas de algunas leguminosas y el ácido indolbutírico que ha sido descubierto más recientemente (Flórez Cruz, 2004).

2.9.2. Giberelinas

Las giberelinas son el grupo de hormonas vegetales más numeroso conocido en la actualidad. Hay más de 90 giberelinas aisladas de tejidos vegetales, que han sido identificados químicamente. Varían algo en estructura y también en su actividad. La más conocida de este grupo es el GA3 (ácido giberélico), producida por el hongo *Giberella fujikuroi*, cuya actividad fue descubierta por Kurosawa (Duval, 2006).

2.9.3. Citoquininas

Las citoquininas han sido reconocidas por primera vez por su capacidad para inducir la división celular en ciertos cultivos de tejidos vegetales, ahora en la actualidad se sabe que provocan una diversidad de respuestas en las plantas. La idea de que las citoquininas participan en la elongación de las raíces y el movimiento por el xilema y participar en la senescencia la es ampliamente aceptada (Letham y Palni, 1983).

2.10. Los bioestimulantes

Estimular a las plantas con soluciones naturales para lograr un mayor crecimiento y mejor desarrollo tiene muchos más beneficios de los que se puedan advertir a simple vista. Nutricionales y fertilizantes tienen su papel en la mejoría del vegetal, pero los bioestimulantes van más allá y los agricultores ya empiezan a emplearlos a fondo en sus plantaciones. Son la mejor baza para prevenir y combatir

situaciones de estrés, muy habituales en el proceso productivo de las plantas (Peleato, 2015).

Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo, que permite que puedan ser más resistentes ante condiciones adversas, como sequías o el ataque de plagas, entre otras. Los bioestimulantes independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las hojas o en la rizósfera, es mejorar el desarrollo del cultivo y consecuentemente el rendimiento, ya que mediante la estimulación de procesos naturales benefician el aprovechamiento de nutrientes e incrementa la resistencia a condiciones de estrés biótico y/o abiótico. Los bioestimulantes pueden estar compuestos a base de hormonas vegetales, o bien, de extractos de algas marinas, aminoácidos, enzimas o vitaminas como la tiamina, ácidos húmicos, entre otros (Intagri, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un lote de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

3.1. Variedad utilizada

Para este trabajo se utilizó semilla de Sandía var. Gloriosa, es una planta diploide. Sus características principales son planta muy fuerte, producción concentrada y muy buen amarre de frutos. Fruto semi ovalado, peso promedio entre 9-11 kg. El ciclo a cosechar es de aproximadamente de 70- 80 días después del trasplante. Color externo verde intenso, predominando líneas claras. Cáscara de grosor suficiente para darle calidad en el transporte y tolerancia a corazón hueco. Pulpa roja intenso con excelentes niveles de azúcar.

3.2. Producción de plántulas

El 5 de mayo de 2018 se hizo la siembra en vasos de unicel del número 12, los cuales fueron llenados con sustrato peat-moss previamente humedecido y colocando una semilla por vaso. La emergencia de las plántulas se dio a los seis días posteriores a la siembra y a partir de este momento se aplicaron riegos periódicos para mantener la humedad en el sustrato hasta que la plántula alcanzó la edad óptima para el trasplante, las plántulas durante todo el periodo se mantuvieron bajo condiciones de invernadero.

3.3. Establecimiento del experimento

Una vez que las plántulas estaban listas estas fueron llevadas al terreno en el cual previamente se prepararon las camas de siembra y se acondicionaron con el sistema de riego por goteo. La siembra se hizo a una distancia de 1.5 m entre plantas y 1.6 m entre camas.

3.4. Tratamientos

Los tratamientos utilizados en este experimento fueron los productos: Biozyme® (3 ml.L⁻¹), Optifert® (5 gr.L⁻¹), ProfixxZit® (5 ml.L⁻¹), y testigo (agua destilada sola). Las dosis aplicadas fueron establecidas a conveniencia. Se hicieron tres aplicaciones para cada tratamiento distribuidas de la siguiente manera:

La primera a los 15 días después del trasplante. La segunda a los 15 días después de la primera aplicación. La tercera aplicación se hizo en la aparición de los primeros brotes florales.

Cuadro 1. Características y componentes de bioestimulantes evaluados.

Componentes	Biozyme TF®	Profixx Zit®	Optifert®	Componentes	Biozyme TF®	Profixx Zit®	Optifert®
Materia orgánica	78.87%	-----	85.88%	Magnesio	0.12%	2%	0,53%
Auxínico	32.2 ppm	1000 ppm	Min 2655 ppm	Zinc	0.37%	5%	146,56 ppm
Giberelinas	32.2 ppm	500 ppm	Min 62 ppm	Azufre	0.44%	5%	-----
Citocininas	83.2 ppm	1000 ppm	Min 1652 ppm	Calcio	-----	1%	0,29%
Complejo vitamínico	-----	2500 ppm	-----	Sodio	-----	-----	0,08
Complejo de aminoácidos	-----	2.50%	-----	Boro	0.3	2%	-----
Folcisteina	-----	2500 ppm	-----	Cobre	-----	0.50%	4,20 ppm
Mioinocitol	-----	500 ppm	-----	Hierro	-----	-----	175,60 ppm
Nitrógeno	-----	-----	6,29 %	Molibdenos	-----	1000 ppm	-----
Fosforo	-----	15%	0,50%	Manganeso	-----	-----	6,02 mg/kg
Potasio	-----	5%	0,85%	Agentes quelatantes	-----	6%	-----
Acondicionadores y diluyentes	19.27%	55.1	-----				

3.5. Diseño experimental

La plantación fue establecida bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental consistió de dos plantas por bloque para cada tratamiento.

3.6. Variables evaluadas

3.6.1. Peso de frutos

Después de la cosecha de frutos en campo, se tomaron los pesos de cada fruto por tratamiento en una balanza digital y se tomaron los registros en una tabla para posteriormente ser evaluados.

3.6.2. Diámetro ecuatorial de frutos

Se tomaron las medidas de la longitud en centímetros de cada fruto por tratamiento con una regla de 30 centímetros y los datos de igual manera fueron registrados en una tabla para después ser evaluados.

3.6.3. Diámetro polar de frutos

De la misma manera que la variable anterior, se tomaron medidas de la longitud de los frutos, solo que en esta ocasión fue el diámetro polar de los frutos por cada tratamiento evaluado y se registraron en una tabla.

3.6.4. Grosor del pericarpio

Para esta variable se tuvo que cortar los frutos por la mitad para poder medir el pericarpio del fruto, es decir, el grosor de la cascara de los frutos. Fue medido con una regla tipo vernier y después fueron registrados los datos en una tabla.

3.6.5. Grosor del mesocarpio

Como en el caso anterior, para esta variable también fue necesario cortar los frutos en dos partes iguales, esto para poder medir la longitud del mesocarpio de los frutos de sandía. Se midió la longitud del mesocarpio con una regla de 30 centímetros y se registraron los datos en una tabla.

3.6.6. Resistencia

Se tomaron los frutos por tratamiento y la resistencia de los frutos fue medida mediante el uso de un penetrómetro. Este procedimiento se repitió por tres veces en tres diferentes puntos de los frutos.

Es fundamental para la aceptabilidad de los frutos y para su posible almacenamiento. Depende del momento de recolección y de la temperatura de almacenamiento; puede relacionarse con el color externo. Existen distintas técnicas de medida de firmeza, basadas en diferentes propiedades mecánicas: penetración, compresión, punción, deformación, impacto controlado, etc. La firmeza se expresa en Newtons de fuerza (1 kg »10 N), o en Newtons por cada mm de deformación producida (Valero Ubierna y Ruiz-Altisent, 1998).

3.6.7. Color del pericarpio

Se obtuvo el color de la cascara de los frutos por tratamiento con un colorímetro y se anotaron los datos en una tabla. Esto se repitió por tres ocasiones en diferentes puntos del fruto.

Para medir el color se utiliza un instrumento calibrado denominado colorímetro o un espectrofotómetro que también permite obtener la curva espectral. La función del colorímetro, en el caso de un producto vegetal, es describir de una manera cuantitativa la coloración de la epidermis.

3.6.8. Sólidos solubles y pH

Sólidos solubles totales o contenido de azúcares (%). Se determinó mediante refractómetro manual (Atago® N-1 alfa, Atago® Co., LTD. Itabachi-ku, Tokio, Japan; ° Brix 0-32%), para ello se extrajo el jugo del fruto de sandía por medio de maceración colocando dos gotas en el prisma del refractómetro previamente calibrado con agua destilada, acorde con instructivo del equipo.

Para la medición del pH del jugo del fruto se tomó una muestra de 10 g de pulpa del fruto y se homogenizó macerando la muestra en un mortero de porcelana y adicionando 100 mL de agua destilada; una vez obtenido el jugo o extracto, éste se filtró y se midió el pH con un potenciómetro portátil (Orion Stara A3215 Thermo Scientific®, USA).

3.6.9. Contenido de antocianinas

El contenido de antocianinas se midió por medio de un espectrofotómetro, para ello se obtuvo la muestra mediante el procedimiento siguiente: se pesó 2.5 gramos de muestra de mesocarpio de sandía finamente picada y se colocó en un vaso de precipitado de 50 ml. Se agregó solución extractora de antocianinas (5 partes de metanol al 85% + 1 parte de HCL 3 N) hasta cubrir la muestra. Se tapó con papel aluminio y se dejó reposar durante 24 horas en refrigeración. Pasado este tiempo, se transfirió la muestra a un mortero y se trituro. El jugo se filtró a través de una gasa y se recogió el filtrado en un matraz de aforación de 100 ml. La muestra durante la filtración se lavó y macero cuatro veces con 20 ml de solución extractora de antocianinas. Posteriormente se recuperó el líquido en un matraz de aforación de 100 ml a través de a gasa. Se aforó con la solución de antocianinas mediante la siguiente formula: se colocó 10 ml de la muestra aforada en una celdilla para espectrofotómetro y se agregó 1 ml de peróxido de hidrogeno al 30 % (agua oxigenada 30 %). La absorbancia se leyó a una longitud de onda de 525

nm, utilizando como blanco 2 ml de solución extractora de antocianinas y 1 ml de peróxido de hidrogeno al 30 %.

3.6.10. Acidez titulable y vitamina C

Para obtener la acidez titulable, primero se obtuvo el jugo de la muestra, este se filtra a través de un embudo de filtración. Se tomó 10 ml de jugo y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Se añadió 4 gotas de fenolftaleína al 1 % a cada una de las muestras y posteriormente en una bureta de volumen conocido se vertió solución de NaOH 0.1 N (Hidróxido de sodio 0.1 N) y con esta se tituló la muestra hasta el punto de viraje (rosa).

El porcentaje de ácido presente en la muestra se calculó por medio de la fórmula:

$$\% \text{ ácido} = V * N * Meq * 100 / \text{Alícuota valorada}$$

V= Volumén de NaOH

N= normalidad del del NaOH

Meq= Miliequivalente del ácido que se encuentra en mayor proporción de la muestra: 0.064 para el ácido cítrico, 0.067 para el ácido málico y 0.075 para el ácido tartárico.

Alícuota valorada= peso en gramos o volumen de la muestra en ml.

En el caso de Vitamina C, se pesó 20 gramos de muestra y se colocó en un mortero, se agregó 10 ml de HCL al 2 % y se macero cuidadosamente (hasta obtener una consistencia de bebé), se agregó 100 ml de agua destilada y se homogenizo. Posteriormente se filtró el contenido del mortero a través de una gasa, y el filtrado se recibió en un matraz de Erlenmeyer de 250 ml y se midió el volumen exacto. Se tomó una alícuota de 10 ml del filtrado y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 ml. En una bureta se midió un volumen conocido de reactivo Thielmann para titular la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desapareciera durante 30 segundos y se anotó el volumen que se utilizó.

El contenido de vitamina C presente en la muestra se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Mg/100g \text{ de vitamina C} = VRT * 0.088 * VT * 100 / VA * P$$

Dónde:

VRT= Volumen gastado en ml de reactivo Thielmann

0.088= miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielman

VT= Volumen total en ml del filtrado de vitamina C en HCL

VA= Volumen en ml de la alícuota valorada

P= Peso de muestras en gramos

3.7. Analisis estadísticos

Para el analisis de los resultados se hizo un analisis de varianza y una prueba de media de tukey (0.05), ambos con la ayuda del paquete estadístico SAS para windows versión 9.0.

IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1. Análisis de varianza

4.1.1. Variables vegetativas

Los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los datos, indica la presencia de diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) y altamente significativas ($p \geq 0.01$) entre tratamientos para la mayoría de las variables evaluadas (Cuadro 2), por lo que la aplicación foliar de los bioestimulantes manifestó un efecto positivo sobre los parámetros evaluados.

Las diferencias altamente significativas se expresaron con una confiabilidad del 99% ($\alpha \leq 0.01$) en las variables del diámetro polar (Dpol), diámetro ecuatorial (Decu) y grosor del mesocarpio (Gmeso) y también se encontraron diferencias significativas en el análisis con una confiabilidad del 95% ($\alpha \leq 0.05$) en la variable de peso de fruto (Pfr). En tanto que, la variable grosor de pericarpio o cáscara (Gper) fue la única que no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de la respuesta de los bioestimulantes en el cultivo de sandía para las variables vegetativas.

FV	GL	Pfru	Dpol	Decu	Gper	Gmeso
Tratamiento	3	6.9824*	70.5763**	14.4722**	0.0586 ^{NS}	4.8541**
Error	6	5.3168	36.4583	4.4583	0.4466	0.8750
Total	11	37.0724	298.7291	84.4166	0.8291	17.2291
R²		0.8565	0.8779	0.9471	0.4613	0.9492
C.V		18.818	9.1438	4.9493	21.6830	2.2408

Pfru: Peso de fruto; Dpol: Diámetro polar; Decu: Diámetro ecuatorial; Gper: Grosor de pericarpio; Gmeso: Grosor del mesocarpio; GL: Grados de libertad R²: Coeficiente de determinación que expresa la varianza total de la variable explicada; C.V: porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; *: Diferencias estadísticas significativas; **: diferencias altamente significativas; ^{NS}: No se presentaron diferencias significativas.

4.1.2. Peso

De acuerdo con los datos obtenidos en campo de la aplicación de 3 productos de bioestimulantes en el cultivo de sandía, se realizaron las comparaciones de medias de Tukey para las variables de calidad de fruto.

En la Cuadro 3 se muestran los resultados de la prueba de comparación de medias, en este se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados. Los mejores resultados se obtuvieron con los bioestimulantes OPTIFERT y BIOZYME, promovieron los frutos con el peso medio más alto con 6.2110 kg y 6.1807 kg, respectivamente, estos fueron estadísticamente superiores a los tratamientos PROFIXXZIT (4.61 kg) y TESTIGO (3.01 kg), estos dos no presentaron diferencias significativas entre ellos.

De acuerdo con lo anterior, en un trabajo realizado con la aplicación de bioestimulantes foliares en el cultivo de pepino por Rodríguez (2018), los pesos promedios de los frutos fueron superiores con el uso de bioestimulantes en comparación con el uso de fertilizantes químicos. El mayor peso promedio del fruto se presentó con el empleo del bioestimulante de origen vegetal "Activer + Agriminis", que fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

4.1.3. Diámetro polar

El Cuadro 3 muestra los resultados de la variable diámetro de fruto obtenido de la prueba de medias de tukey. Se obtuvieron diferencias estadísticas en los tratamientos, BIOZYME y OPTIFERT fueron los que presentaron los frutos de mayor tamaño (32 cm y 29.83 cm, respectivamente), seguido del tratamiento PROFIXXZIT (24.67 cm) y del TESTIGO absoluto (21.33 cm).

En el trabajo realizado por Carvajal (2013), los resultados de las aplicaciones de los tres bioestimulantes que se aplicaron reportan un incremento del diámetro de los frutos a los 72 y 77 días después de haber realizado los trasplantes es decir, cuando llego la primera y la segunda cosecha. El efecto de indujeron los

bioestimulantes fue significativo y fue muy superior al testigo 4.98; 7.87 y 8.92 % para *Vitazyme*, *Bayfolan* y *Enerplant* respectivamente.

Los resultados en esta variable fueron diferenciados de acuerdo con el bioestimulante, debido a que el contenido de nutrientes de cada bioestimulante generalmente varía, y otras sustancias contenidas en los bioestimulantes, por lo que, al aplicarse a las plantas inciden positivamente en el desarrollo del cultivo, el vigor y rendimiento de este, además de la calidad de los productos. Esto debido a que se estimulan procesos naturales que benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas.

4.1.4. Diámetro ecuatorial de frutos

Los bioestimulantes tuvieron efecto positivo en el diámetro ecuatorial de los frutos, estos se reflejaron en el análisis de comparación de medias identificándose diferencias estadísticas entre los tratamientos. En esta variable, BIOZYME y OPTIFERT fueron los que presentaron los frutos de mayor tamaño (32.000 cm y 29.83 cm, respectivamente), seguido del tratamiento PROFIXXZIT (24.67 cm), el tratamiento TESTIGO absoluto (21.3333 cm) el que presentó los frutos con menor tamaño. Estos resultados coinciden con los reportados por García-Ortega (2011), quien con la aplicación de BIOZYME obtuvieron lechugas de mayor tamaño.

Los bioestimulantes constituyen sustancias, que por su acción pueden estimular el crecimiento de la planta, mejorar la absorción de nutrientes e incrementar los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de que contengan elementos nutrientes en su composición (Veobides-Amador *et al.*, 2018).

4.1.5. Grosor de pericarpio

En la comparación de medias para el grosor del pericarpio de los frutos, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, aunque numericamente se puede observar una pequeña diferencia entre los tratamientos aunque esta no sea significativa en el análisis estadístico. El tratamiento con mejores resultados fue BIOZYME (1.47cm), como se observa en el Cuadro 3. Es de destacar que el bioestimulante OPTIFERT presentó el mejor grosor de pericarpio (1.1667cm) aunque estadísticamente no se presentaron diferencias. Resultados similares se reportan en una investigación realizada por Sánchez-Romero (2018), quienes con la aplicación de extractos de algas en el cultivo de sandía no encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el parámetro grosor de pericarpio; por lo que los bioestimulantes no tienen efecto sobre esta componente del fruto.

Aun cuando en este trabajo no se tuvo efecto sobre el grosor de pericarpio con la aplicación de los bioestimulantes, es importante destacar que estos productos son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los vegetales; y a pesar de no ser un nutriente, pesticida, o un regulador de crecimiento, al ser aplicado en cantidades pequeñas genera un impacto positivo en la germinación, desarrollo, crecimiento vegetativo, floración, cuajado y desarrollo de frutos (Saborío, 2002).

4.1.6. Grosor de mesocarpio

De acuerdo con los datos obtenidos en las comparaciones de medias obtenidas en el análisis estadístico para el grosor del mesocarpio el tratamiento que tuvo mejores resultados fueron OPTIFERT y BIOZYME ambos estadísticamente iguales con 18.17 y 18.00cm, respectivamente y fueron superiores a los tratamientos PROFIXXZIT (16.50cm) y Testigo (15.50 cm) (Cuadro 3). Por lo que, OPTIFERT y BIOZYME promovieron que frutos de sandía desarrollaran mayor superficie comestible.

Cuadro 3. Comparación de medias de variables vegetativas de fruto con la aplicación de bioestimulantes.

TRATAMIENTO	Pfr	Dpol	Decu	Gper	Gmeso
BIOZYME	6.1807 a	32.000 a	17.1667 b	1.4667 a	18.0000 a
OPTIFERT	6.2110 a	29.833 ab	20.3333 a	1.1667 a	18.1667 a
PROFIXXIT	4.6093 ab	24.667 bc	17.1667 a	1.2000 a	16.5000 b
TESTIGO	3.0077 b	21.333 c	15.0000 b	1.2000 a	15.5000 b
DMS	2.6607	6.9673	2.4364	0.7712	1.0774

Dpol: Diámetro polar, **Decu:** Diámetro ecuatorial, **Gper:** Grosor del pericarpio, **Gmeso:** Grosor del mesocarpio, **pH:** Potencial de hidrógeno, **DMS:** Diferencia mínima significativa.

4.2. Análisis de varianza de los parámetros de calidad de fruto

El análisis de varianza obtenido con los datos de las variables de calidad de fruto muestra diferencias estadísticas altamente significativas para las variables de pH, grados Brix (°B), vitamina C (VitC), mientras que para acidez titulable (Act), antocianinas (Ant), resistencia (Res) no hubo diferencia estadística significativa (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de la respuesta de los bioestimulantes en el cultivo de sandía para las variables de calidad de fruto.

FV	GL	pH	°B	VitC	Act	Ant	Res
Tratamiento	3	0.0213**	3.5211**	2.3610**	0.000024 ^{NS}	125.49 ^{NS}	110.23 ^{NS}
Error	6	0.0008	0.0666	1.0270	0.000688	2020.58	201.1704
Total	11	0.0652	10.6366	9.8262	0.01331	3845.32	555.6056
R²		0.9874	0.9937	0.8954	0.4831	0.4745	0.6379
C.V		0.2463	0.8354	12.4502	8.9641	66.2216	12.2256

pH: potencial de hidrógeno; °B: Grados Brix; VitC: Vitamina C; Act: acidez titulable; Ant: Antocianinas; Res; Resistencia GL: Grados de libertad R²: Coeficiente de determinación; C.V: porcentaje del coeficiente de variación para cada variable; *: Diferencias estadísticas significativas; **: diferencias altamente significativas; ^{NS}: No se presentaron diferencias significativas.

4.2.1. pH

Para esta variable las comparaciones de medias presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando un pH más alto y tendiente a la basicidad con BIOZYME (4.8) seguido de PROFIXXZIT (4.78) seguido de OPTIFERT y el testigo. Esta acidez puede ser atribuida a que el fruto probablemente no alcanzó la madurez adecuada al momento de la cosecha.

Probablemente la forma de medir el pH de los alimentos en la industria agroalimentaria y que sirve para cuantificar la concentración del ion hidronio existente en el jugo obtenido del licuado de frutos, que se puede considerar la acidez activa. Todo esto va relacionado con el contenido de los ácidos presentes en los frutos, la susceptibilidad de que se proliferen microbios en conservación, siendo los valores de pH más bajos los que permitan que tengan mayor vida de anaquel puesto que actuará a nivel fisiológico como una barrera natural contra la acción microbiana. En un trabajo realizado por Domene and Rodríguez (2014) obtuvieron frutos con menor acidez a los que se obtuvieron en esta investigación, ya que obtuvieron un pH de entre 5.3 y 5.6 tomando en cuenta muchos ensayos que se realizaron anteriormente. En frutos de sandía, el consumidor prefiere frutos más básicos que ácidos.

4.2.2. Grados Brix

Las comparaciones de medias para esta variable indicaron que el mejor tratamiento fue nuestro testigo químico BIOZYME (13.73) aunque se puede observar en la Cuadro 5 que la diferencia en relación con el bioestimulante PROFIXXZIT (13.1) siendo este último el segundo mejor tratamiento y el que mejor respuesta tuvo en cuanto a los grados Brix de los frutos evaluados, seguidos de OPTIFERT y el testigo sin ninguna aplicación (12.43, 11.42 respectivamente).

En un trabajo realizado por Villegas-Espinoza *et al.* (2018) en el cultivo de tomate, se observaron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles de los frutos con el bioestimulante utilizado y no solamente se presentaron diferencias significativas en esta variable sino también en otras variables de calidad de frutos tales como resistencia, contenido de vitamina C y antocianinas.

4.2.3. Resistencia

De acuerdo con los datos obtenidos en la comparación de medias existen diferencia significativa entre tratamientos evaluados. La aplicación del bioestimulante BIOZYME presentó los frutos con mayor resistencia con 55.08 Newton, seguido por los bioestimulantes aplicados, OPTIFERT (48.31 Newton) y Profixxit (45.48 Newton) ambos superiores al testigo. Estos resultados difieren con los reportados por Sánchez and Pérez (2015), quienes aplicaron Algamix y Engordone en el cultivo de melón, en este cultivo no se presentaron diferencias significativas.

4.2.4. Vitamina C

Los análisis de varianza que se obtuvieron con los datos de vitamina C mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de acuerdo con la prueba de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.01$). El valor más alto de ácido ascórbico lo presentó BIOZYME con un valor de 4.53 (mg/l) seguido de OPTIFERT con un valor de 3.44 (mg L⁻¹). El testigo y el otro bioestimulante presentaron valores menores (Cuadro 5). Los valores similares de vitamina C generados por BIOZYME fueron reportados por Ucan (2019) quien encontró 4.02 mg L⁻¹ con la aplicación foliar de dicho producto en plantas de pepino.

4.2.5. Acidez titulable

El contenido de ácidos orgánicos en los frutos de sandía según la prueba de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), no hubo diferencias significativas entre tratamientos tal como se muestra en la Cuadro 5. En este trabajo no se observó efecto de los bioestimulantes BIOZYME, OPTIFERT Y PROFIXXIT, estos resultados difieren con los reportados por Ucan (2019) quien, con la aplicación de estos mismos productos en plantas de pepino, encontró respuesta estadística positiva comparado con el testigo.

4.2.6. Antocianinas

El contenido de antocianinas o pigmentos en los frutos no presento diferencias estadísticas significativas entre los cuatro tratamientos evaluados del experimento por lo que podemos decir que la aplicación de bioestimulantes no tuvo un incremento significativo de antocianinas en los frutos. Sin embargo, la aplicación de OBTIFERT muestra el valor más alto en este parámetro con 32.09 lo que representa 56.5% más contenido de antocianinas que al promovido por BIOZYME con 18.14, en este sentido, OBTIFERT promueve la mejora de la calidad antioxidante del fruto.

Cuadro 5. Comparación de medias para variables de calidad de frutos con el uso de bioestimulantes.

TRATAMIENTO	pH	°B	Res	VitC	Act	Ant
BIOZYME	4.80 a	13.73 a	55.08 a	4.53 a	0.12 a	18.14 a
OPTIFERT	4.75 b	13.10 b	48.31 b	3.44ab	0.11 a	32.09 a
PROFIXXIT	4.78 ab	12.43 c	45.48 b	2.71 b	0.11 a	29.50 a
TESTIGO	4.61 b	11.20 d	40.56 c	2.60 b	0.12 a	31.11 a
DMS	0.00013	0.29	5.023	1.1694	0.030	51.869

pH: potencial de hidrógeno; °B: Grados Brix; VitC: Vitamina C; Act: acidez titulable; Ant: Antocianinas; Res: Resistencia, DMS: Diferencia mínima significativa

CONCLUSIONES

La aplicación de bioestimulantes tuvo un efecto positivo sobre las características agronómicas del cultivo de sandía al promover el incremento en los componentes del rendimiento y de la calidad de los frutos. El producto BIOZYME mejoró los parámetros peso, diámetro polar y grosor de mesocarpio del fruto, pH, °Brix, resistencia y vitamina C; en tanto que OPTIFERT, tuvo efecto positivo en las variables peso, diámetro polar y ecuatorial, y grosor de mesocarpio del fruto, además de vitamina C. Por lo que, es posible mejorar las características de rendimiento y la calidad de frutos de sandía con la aplicación de bioestimulantes de origen orgánico.

BIBLIOGRAFÍA

- Atlas de Gotuzzo, E., Haas, J., Rotem, J., 2004. *Citrullus* spp., *Cucumis*, spp. *Cucurbita* spp. melón, *Cucumis melo* L. pepino, *C. sativus* L. sandía, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai (sin. *C. vulgaris* Schrad.). Enfermedades de las plantas cultivadas, 375.
- Bonsignore, C.P., Vacante, V., 2017. 15 Pest Management in Organic Vegetable Greenhouses. *Handbook of Pest Management in Organic Farming*, 374.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil* 383, 3-41.
- Campagnol, R., Mello, S.d.C., Barbosa, J.C., 2012. Vertical growth of mini watermelon according to the training height and plant density. *Horticultura Brasileira* 30, 726-732.
- Carvajal, M., 2013. Bioestimulantes para plantas de raíces inteligentes. Obtenido de <http://comunidad.ainia.es/bioestimulantes-para-plantas-de-raices-inteligentes-1>.
- Domene, M., Rodríguez, M., 2014. Parámetros de Calidad Interna de Hortalizas y Frutas en la Industria Agroalimentaria. Obtenido de *Negocio Agroalimentario y Cooperativo*: <http://chilorg.chil.me>
- du Jardin, P., 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, 3-14.
- Duval, R.L., 2006. Hormonas vegetales para el crecimiento y desarrollo de la planta. *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, 22-27.
- Echeverría, M.A., Bravo, J.S., Arnao, M.B., 2008. Auxinas, *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw-Hill Interamericana de España, pp. 377-398.
- Fehér, T., 1993. Watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, *Genetic Improvement of Vegetable Crops*. Elsevier, pp. 295-311.
- Flórez, V.J., Cruz, R.M., 2004. *Guías de laboratorio de fisiología vegetal*. Univ. Nacional de Colombia.

- García Ortega, A., 2011. Efectos de la aplicación de cuatro bioestimulantes orgánicos foliares sobre la producción del cultivo de lechuga orgánica en la zona de Cuesaca Provincia del Carchi. Babahoyo: UTB, 2011.
- Gázquez, J., 2014. Técnicas de cultivo y comercialización de la sandía. Serie Agricultura. Cajamar Caja Rural 332.
- Giacconi, V., 1995. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria.
- Hamza, B., Suggars, A., 2001. Biostimulants: myths and realities. TurfGrass Trends 8, 6-10.
- Intagri (2019). Bioestimulantes en Nutrición, Fisiología y Estrés Vegetal. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>
- Intagri, 2018. Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (Intagri). consultado el 15.12.18.
- Jordán, M., Casaretto, J., 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. Squeo, F, A., & Cardemil, L.(eds.). Fisiología Vegetal, 1-28.
- Kumawat, G., 2017. Citrulluslanatus: An Overview on Pharmacological Activities. International Journal of Pharmaceutical & Biological Archive 8.
- León, J., 1987. Botánica de los cultivos tropicales. pag. 390-391. Bib. Orton IICA/CATIE. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=-K9xgvfdGGYC&oi=fnd&pg=PA53&dq=EL+CULTIVO+DE+sand%C3%ADa&ots=3sA5Jczrf9&sig=A4junrtdM30-EQbV6-9b7Ot8gR0#v=onepage&q=EL%20CULTIVO%20DE%20sand%C3%ADa&f=false> el 14.11.18.
- Letham, D., Palni, L., 1983. The biosynthesis and metabolism of cytokinins. Annual review of plant physiology 34, 163-197.
- Luis, R.C.J., 1993. Control de plagas agrícolas.
- Mahla, H., Singh, J., Roy, M., 2014. Seed purpose watermelon in arid zone. Citeseer.

- Montalván, E.C., 2007. Manual para la producción de sandía. USAID del pueblo de los Estados Unidos.
- NCBI, 2018. *Citrullus lanatus*. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/?term=Citrullus%20lanatus>. Consultado 12.11.18.
- Palazón, P.A., 2014. Bioestimulantes e inductores de resistencia en el control de las enfermedades de madera. Investigación y Desarrollo de Ensayos Agroalimentarios. Lorqui, Murcia, España. 57pp.
- Paris, H.S., 2015. Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. *Annals of botany* 116, 133-148.
- Peleato, P., 2015. Por qué los bioestimulantes son necesarios para la agricultura. *Terralia*, 12-14.
- Perkins, P.C., Julie & Clevidence, Beverly & Wu, Guoyao. , 2007. Watermelons and health. *Acta horticulturae* 10.
- Roberts, W., Motes, J., Damicone, J., Duthie, J., Edelson, J., 1996. Watermelon production. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets-6236. Are also available on website at: <http://www.osuextra.com>.
- Rullán, G.J.F., 2015 Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía1 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA2.
- Saborío, F., 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. Dado que el acceso y el flujo de la información sobre investigaciones recientes en el área agrícola es restringida o de alto costo, el laboratorio periódicamente realiza seminarios, cursos de capacitación y talleres, que sean de acceso a estudiantes, productores, profesionales y público general, para actualizarlos en temas de interés mutuo y difundir información específica y de interés para el sector agrícola., 107.
- Sánchez Romero, A.G., 2018. Extractos de algas en sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy aplicados foliarmente bajo las condiciones de La Molina.
- Sánchez, T.A., Pérez, J.E.M., 2015. Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis*

- melo L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. Tecnología en Marcha 28, 15-25.
- Schmidt, R., Ervin, E., Zhang, X., 2003. Questions and answers about biostimulants. Golf Course Manage 71, 91-94.
- Shrefler, J.B., Lynn & Rebek, Eric & Damicone, John & Taylor, Merritt. , 2015. Watermelon Production. Research Gate. Recuperado de:https://www.researchgate.net/publication/280948360_Watermelon_Production el 10.11.18.
- TFnet, 2016. Watermelon, Name, Taxonomy, Botany. International Tropical Fruits Network. Recuperado de: <http://www.itfnet.org/v1/2016/05/watermelon-name-taxonomy-botany/> el 11.11.18.
- Ucan T. O. (2019). Efecto de Tres Bioestimulantes Sobre la Producción de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) Bajo Invernadero en Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. Pp 57.
- Valero Ubierna, C., Ruiz-Altisent, M., 1998. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. Fruticultura profesional, 38-45.
- Veobides-Amador, H., Guridi-Izquierdo, F., Vázquez-Padrón, V., 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. Cultivos Tropicales 39, 102-109.
- Villegas-Espinoza, J.A., Reyes-Pérez, J.J., Nieto-Garibay, A., Ruiz-Espinoza, F.H., Cruz-Falcón, A., Murillo-Amador, B., 2018. Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en suelos ligeramente salinos. Revista mexicana de ciencias agrícolas 9, 4137-4147.
- Yakhin, O.I., Lubyaynov, A.A., Yakhin, I.A., Brown, P.H., 2017. Biostimulants in plant science: a global perspective. Frontiers in plant science 7, 2049.