

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de bioestimulantes en etapa reproductiva en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) bajo invernadero

Por:

Ximena Santana Garduño

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

Efecto de bioestimulantes en etapa reproductiva en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) bajo invernadero

Por:

Ximena Santana Garduño

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

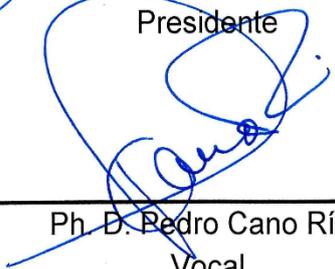
Aprobada por:



Dr. José Rafael Paredes Jácome
Presidente



M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal



Ph. D. Pedro Cano Ríos
Vocal



M.D. Juan Manuel Nava Santos
Vocal Suplente



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Coordinador de la División Regional de Agronomía

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

Efecto de bioestimulantes en etapa reproductiva en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) bajo invernadero

Por:

Ximena Santana Garduño

TESIS

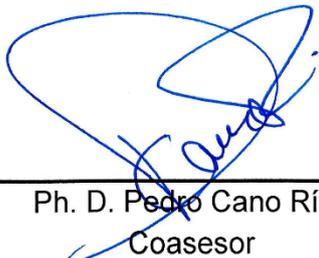
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. José Rafael Paredes Jácome
Asesor principal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


Ph. D. Pedro Cano Ríos
Coasesor


M.D. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor


Dr. J. Isabel Marquez Mendoza
Coordinador de la División Regional de Agronomía

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2024



DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Elizabeth Garduño Montes de Oca y Vicente Santana Cruz, por darme la vida que hoy tengo, por darme la oportunidad y confianza de lograr ser una profesionalista dentro de mi Alma Mater. De todo corazón les agradezco por el apoyo, amor, comprensión y por siempre decirme que la vida es a su ritmo. Los amo muchísimo.

A MIS HERMANOS

Daniel Rodrigo Santana Garduño y Erick Víctor Hugo Santana Garduño, por siempre estar presente dentro de mi vida universitaria, por el amor y risas que siempre me daban más motivos en seguir sin mirar atrás.

AI DR

José Rafael Paredes Jácome, por brindarme todo el apoyo dentro de mi investigación y consejos dentro del mismo.

A MIS AMIGOS

Gracias por brindarme todos los momentos, confianza, gratitud y amistad dentro de mi vida siempre los llevare en mi corazón. Los apreciare muchísimo

AGRADECIMIENTOS

Estoy infinitamente agradecida con mis padres **Elizabeth Garduño Montes de Oca y Vicente Santana Cruz**, por brindarme la oportunidad y confianza de estudiar lejos de casa, brindándoles este triunfo más y sentirse orgullosos por su hija, de corazón los amo.

A mis **hermanos Daniel Rodrigo Santana Garduño y Erick Víctor Hugo Santana Garduño** por todos los consejos y cariño que me brindaron dentro del tiempo de mi vida universitaria los quiero demasiado.

A **toda mi familia**, que creyeron en mí y por siempre apoyarme cuando estaba lejos de casa, los llevare por siempre en mi corazón.

A mis **Maestros** del programa de Horticultura, por brindarme sus conocimientos durante mi carrera universitaria, y el enseñarme que el campo es un mundo extenso de enseñanzas y aprendizaje.

A **amigos**, realmente les estoy agradecida por siempre apoyarnos dentro del salón de clases, por enseñarnos las distintas costumbres de nuestro lugar de origen, los llevare junto con nuestros recuerdos por siempre.

A mi **Alma Mater**, por brindarme el estudio y pertenecer a una generación más de Ingenieros Agrónomos en Horticultura, por encontrar a amigos que pronto se vuelven familia.

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
1. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1 Origen e historia del pepino (<i>Cucumis sativus</i>).....	3
1.2 Importancia del cultivo de pepino	3
1.2.1 Producción Nacional	3
1.3 Características botánicas del cultivo de pepino.....	4
Sistema radical	4
Tallo.....	4
Hoja	4
Flor	4
Fruto.....	5
Semilla.....	5
1.4 Calidad nutracéutica del cultivo de pepino.....	5
1.5 Clasificación taxonómica del pepino.....	5
1.6 Requerimientos edafoclimáticos	6
Suelo	6
Climáticos (Temperatura - Humedad Relativa).....	6
Riego	6
1.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de pepino	7
1.8 Bioestimulantes	8
1.8.1 Concepto y definición de bioestimulante	8
1.8.2 Tipos de bioestimulantes	9
1.8.2.1 Bioestimulantes naturales	9
Ácidos Húmicos	9
Extracto de <i>Yucca schidigera</i>	10
Hongos benéficos	11

Aminoácidos.....	11
1.8.3 Ventajas y desventajas de los bioestimulantes.....	12
1.9 Origen y síntesis de los bioestimulantes.....	12
1.9.1 Formas de aplicación de los bioestimulantes.....	12
1.9.2 Modo de acción de los bioestimulantes en los cultivos.....	13
2. MATERIALES Y METODOS.....	14
2.1 Ubicación del experimento.....	14
2.2 Acondicionamiento del terreno.....	14
2.3 Material vegetal y siembra.....	14
2.4 Material bioestimulante utilizado.....	15
Algamar.....	15
Organol Plus (Extracto de <i>Yucca schidigera</i>).....	15
Activol® 40%.....	16
Amino Suppra.....	16
2.5 Sistema de riego y fertilización.....	16
2.6 Manejo del cultivo.....	17
Tutoreo.....	17
Poda.....	18
Control fitosanitario.....	18
2.7 Descripción de los tratamientos.....	19
2.8 Variables agronómicas evaluadas.....	20
2.9 Variables de producción evaluadas.....	21
2.10 Análisis estadístico.....	21
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
3.1 Altura de planta.....	21
3.2 Diámetro de tallo.....	22
3.3 Longitud de raíz.....	23
3.4 Peso fresco planta.....	24
3.5 Peso fresco raíz.....	25
3.6 Peso seco planta.....	26
3.7 Peso seco raíz.....	27
3.8 Número de flores.....	28

3.9 Número de frutos.....	29
4. CONCLUSIONES.....	31
5. REVISION BIBLIOGRAFICA	32
6. ANEXOS.....	35
6.1 Descripción (Ingredientes activos) de los productos utilizados como bioestimulantes	35
6.2. Análisis de varianza de los tratamientos en variables evaluadas en plantas de pepino Arsen-F1	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales plagas y características que atacan cultivo de pepino	7
Tabla 2. Principales enfermedades y características que atacan al cultivo de pepino..	8
Tabla 3. Ventajas y desventajas de los bioestimulantes.....	12
Tabla 4. Solución nutritiva utilizada en el cultivo de pepino	17
Tabla 5. Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades .	18
Tabla 6. Descripción de los tratamientos aplicados en plantas de pepino	20

INDICE DE FIGURAS

Fig.1 Distribución de macetas dentro del invernadero	14
Fig. 2 Siembra del material vegetal	15
Fig. 3 Implementación de sistema de riego	16
Fig. 4 Plantas de pepino tutoradas	17
Fig. 5 Poda de zarcillos	18
Fig. 6 a) Presencia de mosquita blanca, b) daño de gusano minador, c) fusariosis en raíz y d) aplicación de productos químicos.....	19
Figura 7 Altura de planta de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).	22
Figura 8 Diámetro de tallo de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).....	23
Figura 9 Longitud de raíz de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).	24

Figura 10	Peso fresco de planta de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).	25
Figura 11	Peso fresco de raíz de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).....	26
Figura 12	Peso seco de planta de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).....	27
Figura 13	Peso seco de raíz de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).	28
Figura 15	Número de frutos de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).	30

RESUMEN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) es una hortaliza, principalmente se consume fresca dentro de México. Con la finalidad de responder a las demandas crecientes de los consumidores, producir alimentos sostenibles, se deben incorporar alternativas frente a los productos sintéticos convencionales existentes en la actualidad. Se ha demostrado que el uso de bioestimulantes de origen natural incrementan potencialmente el aumento y así mismo el desarrollo de las plantas en condiciones de producción convencional. El presente trabajo de investigación se realizó con semilla de pepino Arsen F1 (hibrido ginoico), sembrada de forma directa en bolsas con capacidad de 10 kg en sustrato (arena y perlita 1:1); en las etapas vegetativas y reproductivas se evaluó la aplicación de productos con acción bioestimulante: Algamar (*Ascophyllum nodosum*, *Laminaria*, *Macrocystis pyrifera*, *Egregia menziesii*, *Sargassum*), Organol Plus (extracto de *Yucca Schidigera*), Activol 40% (Ácido giberélico (Ga3) y Amino Suppra (L-aminoácidos), para determinar su efectividad dentro de la etapa reproductiva del cultivo. Se midieron variables agronómicas tales como: altura, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso fresco y seco de la planta y raíz; variables de producción como: número de flores y número de frutos. Dentro de los resultados destaca la aplicación de Amino Suppra (T5), incrementando en 19.09, 14, 19.4 y 44.3% dentro de las variables en altura, peso fresco, peso seco y número de frutos en planta. respectivamente en comparación con el testigo; así mismo la aplicación de Organol plus (T3) supera en 21.8, 25 y 50% las variables peso fresco, peso seco y número de flores en la planta respectivamente en contraste con el tratamiento sin aplicación de bioestimulantes.

Palabras clave: Estimulantes, Algas, *Yucca schidigera*

INTRODUCCIÓN

El pepino, *Cucumis sativus* L., corresponde a la familia de plantas cucurbitáceas la cual es una hortaliza que se cultiva principalmente en condiciones tropicales y subtropicales alrededor del mundo, originaria del norte de India (Padilla, 2020). Es una hortaliza con bajo aporte calórico por su reducido contenido en hidratos de carbono, a comparación con otras hortalizas, su elevado contenido de agua aporta fibra, mínimas cantidades de vitamina C, provitamina A y de vitamina E, y en cantidades aún menores, vitaminas del grupo B, como folatos, B1, B2 y B3, en el epicarpio se encuentran bajas cantidades de betacaroteno (SAGARPA, 2022).

El pepino en México tiende a ser una principal hortaliza la cual genera divisas al país lo cual el 90% de producción nacional es exportada a EUA, generando un amplio desarrollo económico en la región productora, por los empleos que este cultivo origina (Rebollar, 2022). A nivel mundial México ocupa el 5° lugar, la producción en el año 2022 fue de 1,028,568 toneladas, siendo los estados de Sinaloa, Sonora y Michoacán quienes ocupan los primeros lugares, con 308,487; 178,487 y 111,922 toneladas respectivamente, mientras que el estado de Coahuila ocupa el 7° lugar con 28,785 toneladas de producción (SIAP, 2023).

Los bioestimulantes son una amplia variedad de productos, cuyo característica es el contenido de principios activos, los cuales tienden a actuar en la fisiología de las plantas ayudando a incrementar su desarrollo y productividad en la calidad del fruto, influyendo a mejorar la resistencia de los cultivos, ante la presencia de enfermedades (González, 2015).

Se vuelve necesario mitigar la dependencia de estos productos de base química en los cultivos, obligando a buscar opciones confiables y sustentables con el medio ambiente; es por eso que este proyecto, tiene como objetivo evaluar la respuesta que se obtiene, al aplicar distintos bioestimulantes en el cultivo de pepino dentro de la etapa vegetativa y reproductiva.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la etapa reproductiva en plantas de pepino Arsen-F1.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluar la respuesta agronómica de plantas de pepino con la aplicación de bioestimulantes.

Cuantificar el número de flores y frutos en plantas de pepino a partir de la aplicación de bioestimulantes.

Identificar el bioestimulante que genera un incremento en las variables de estudio.

HIPOTESIS

En la aplicación de los productos bioestimulantes, al menos uno tendrá efecto en la etapa reproductiva en el cultivo de pepino Arsen-F1.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen e historia del pepino (*Cucumis sativus*)

El cultivo de pepino su centro de origen son las regiones tropicales del sur de Asia, cultivado en India hace 3,000 años; de India se extendió a Grecia y luego a Roma, posteriormente se estableció en China. Este cultivo fue llevado por los romanos a distintas partes de Europa; existen registros del cultivo en Francia en el siglo IX, también como en Inglaterra en el siglo XIV. En Norteamérica el cultivo se introdujo durante del siglo XVI con la llegada de Cristóbal Colón, quien llevaba consigo semillas de la hortaliza dentro de sus cargamentos (Chacón-Padilla & Monge-Pérez, 2020). Posteriormente se extendió por el resto del continente americano conforme los españoles se adentraron en él. (SADER, 2022).

1.2 Importancia del cultivo de pepino

Es una de las hortalizas de alta relevancia por su consumo per-cápita fundamentalmente como hortaliza fresca dentro de México el cultivo de pepino es la 4ta hortaliza con suma importancia, y es el 2do país exportador mundialmente y el primer proveedor de mercado de los EUA (Barraza, 2012).

1.2.1 Producción Nacional

La importancia en la producción de este cultivo en México se debe a la gran demanda que representa en el mercado nacional y el internacional, el cual origina que produzcan más de 700 mil toneladas al año cultivadas dentro de los estados de Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos y Veracruz (Hidroponía MX, 2017).

México se posiciona el 5° lugar de producción a nivel mundial, Esta producción en el año 2022 fue de 1,028,568 toneladas, siendo los estados de Sinaloa, Sonora y Michoacán quienes ocupan los primeros lugares, con 308,487; 178,487 y 111,922 toneladas respectivamente, mientras que el estado de Coahuila ocupa el 7° lugar con 28,785 toneladas de producción (SIAP, 2023)

1.2.2 Producción mundial

En 2022, la cosecha mundial de pepino incremento un 3.1% para obtener en total 93.5 millones de toneladas, siendo China el líder productor, mientras que México

ocupa el 5° lugar de las naciones productoras, superando a países como Uzbekistán, España y Estados Unidos (SIAP 2023).

1.3 Características botánicas del cultivo de pepino

El pepino pertenece a la familia Cucurbitácea su nombre científico es *Cucumis sativus* L. La cual es una planta herbácea, de ciclo anual y rastrera revestida por pelos erizados, raíces fasciculadas y con desarrollo superficial, encontrando gran concentración de raíces entre los 25 y 30 cm (Coronado, 2020).

Sistema radical

Debido a la alta productividad del cultivo, su raíz es muy potente, consta de una raíz principal, la cual se ramifica de forma acelerada para originar las raíces secundarias superficiales las cuales son finas, alargadas y con tonalidad blanquecina. El pepino tiende a emitir raíces adventicias por encima del cuello (Coronado, 2020).

Tallo

Es anguloso y con espinas, con aspecto rastrero y trepador (Coronado, 2020).

Hoja

Tiene un largo pecíolo, con un limbo acorazonado, porta tres lóbulos pronunciados (el central más predominante y con terminación en punta), con coloración verde oscuro y cubierto por un vello delgado (Coronado, 2020).

Flor

Presenta corto pedúnculo y pétalos amarillos, sus flores se originan en las axilas de las hojas tienden a ser hermafroditas o unisexuales, los primeros cultivares conocidos eran monoicos y actualmente la mayoría de las variedades comerciales cultivadas son plantas ginoicas, las cuales poseen flores femeninas que se distinguen fácilmente de las masculinas por tener un ovario ínfero (Coronado, 2020).

Fruto

Son de forma pepónide lisos y ásperos, el cual depende de la variedad, que varía de tonalidades verde claro a un verde oscuro hasta obtener un color amarillento cuando madura completamente, sin embargo, es cosechado antes de su maduramiento fisiológico. Los pepinos tipo americano “Slicer” tienden a ser coloración oscura y con cáscara gruesa, lo que origina una buena función en postcosecha; son cosechados de 18 a 23 cm de longitud (Coronado, 2020).

Semilla

La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento (Casaca, 2005).

1.4 Calidad nutracéutica del cultivo de pepino

El pepino es una hortaliza cucurbitácea muy conocida, la cual se cultiva en su mayoría por todo el mundo originalmente por consumo de sus frutos no climatéricos en estado inmaduro. Solamente en 100 g de parte comestible, estos frutos poseen alto contenido de agua (96,7%) calorías (9); vitamina A (20 UI), vitamina B1 (0,02 mg), vitamina B2 (0,02 mg), vitamina B3 (0,1 mg), vitamina C (8 mg), y minerales como Calcio (7 mg), Fósforo (30 mg), Potasio (147 mg), Hierro (0,3 mg) y Magnesio (13 mg) (Barraza Álvarez, 2015).

1.5 Clasificación taxonómica del pepino

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus* (L., 1753) (Conabio, 2002).

1.6 Requerimientos edafoclimáticos

Suelo

El pepino como cultivo sin suelo puede utilizar varios tipos de sustratos para su producción como los orgánicos los cuales son: corteza de pino, turba y fibra de coco; y se puede considerar al igual sustratos inertes como perlita, vermiculita, grava, arena y lana de roca , ocupando macetas de bolsas de polietileno (Zamora, 2017).

Climáticos (Temperatura - Humedad Relativa)

Las plantas de pepino se desarrollan en climas cálidos, así como condiciones húmedas. Por lo general el pepino puede aclimatarse en temperaturas de 14 y 37 °C, sin embargo, principalmente en el comienzo del desarrollo de las plántulas, de preferencia las temperaturas deben alcanzar rangos de 26 a 29 °C. La alta producción de frutos se efectúa cuando la temperatura se ubica 19 y 20 °C por la noche y entre 20 y 22 °C en el día. La alta humedad relativa incrementa el desarrollo de las plantas de pepino con una humedad relativa de 65-85% (Zamora, 2017).

Riego

La cantidad de agua en los riegos va dependiendo de: edad de la planta después del trasplante, desarrollo del fruto y el clima durante la época de cosecha, considerando diversos factores climáticos, se recomienda regar de 2 o 3 veces por día con cintilla de goteo con gran flujo, aproximadamente 40-60 min por día, utilizando acolchado plástico incrementando el riego conforme desarrollo de la planta o aumente la evaporación, así mismo es necesario monitorear el suelo con tensiómetros para mantener la humedad de la zona rizosférica (Zamora, 2017).

Nutrición

En la producción de pepinos en invernadero, estos crecen de manera rápida y se debe evitar la carencia de agua y nutrientes. Elementos como nitrógeno y potasio son requeridos en cantidades altas, aplicaciones de fertilizante en etapas de prefloración y desarrollo o engorde de fruto se consideran etapas críticas. Concentraciones de nutrientes foliares expresadas en % son determinadas para los elementos como N, P, K, Ca, Mg, S, Na y Cl (Zamora, 2017)

1.7 Plagas y enfermedades en el cultivo de pepino

Este cultivo durante las etapas del crecimiento vegetativo y reproductivo se ve afectado por plagas (Tabla 1), y enfermedades (Tabla 2), que son capaces de afectar directamente la producción.

Nombre común	Nombre científico	Sintomatología
Minador de la hoja	<i>Liriomyza sativae</i>	Las larvas forman minas y galerías en las hojas, al alimentarse los adultos producen puntos en la superficie (Casaca, 2005).
Mosca Blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Las ninfas succionan nutrientes del follaje, hojas amarillas, moteadas y encrespadas, transmite el virus del mosaico dorado y ataque severo en época caliente y seca (Casaca, 2005).
Araña roja o ácaro de dos puntos	<i>Tetranychus urticae</i>	El daño inicial aparece como pequeñísimas manchas de color claro en las hojas (punteo), tornándose de color marrón con el tiempo, y las hojas muriendo prematuramente (Seebold, et al., 2015).
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Larvas y adultos provocan daño directo alimentándose del envés de las hojas provocando aspecto plateado en partes afectadas generando posteriormente una necrosis (Torrez-Quizpe, 2014).

Tabla 1. Principales plagas y características que atacan cultivo de pepino

Tabla 2. Principales enfermedades y características que atacan al cultivo de pepino

Nombre Común	Nombre Científico	Sintomatología
Mildiú velloso	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Síntomas iniciales son pequeñas manchas cloróticas en la superficie foliar superior, los síntomas aparecen en hojas viejas y se extienden una forma angular, todo el tejido afectado se torna necrótico llevando a la defoliación de la planta (Zitter et al., 1996).
Marchitez bacteriana	<i>Erwinia tracheiphila</i>	Los síntomas comienzan con marchitamiento. Visualización de hojas afectadas clorosis marginal y necrosis. Con el tiempo, toda la planta se vuelve necrótica y muere (Kurowski et al., 2015)
Pudrición de raíz y tallo	<i>Fusarium oxysporum f. sp. radicum-cucumerinum</i>	Lesiones de color amarillo pálido en la base del tallo, lesiones que pueden expandirse y diseminar causando pudrición de la raíz y el tallo; tallos son colonizados por el hongo que conduce a la ruptura del cortical tejido (Kurowski et al., 2015)

1.8 Bioestimulantes

1.8.1 Concepto y definición de bioestimulante

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas utilizados para incrementar el desarrollo y crecimiento de plantas, así mismo favorecer resistencia en condiciones de estrés biótico y abiótico, como lo son: estrés hídrico por exceso o déficit de humedad, toxicidad, salinidad, temperaturas extremas, e incidencia de plagas

enfermedades; estos bioestimulantes pueden incluir en su composición auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido absísico, ácido jasmónico u otras fitohormonas (Morales A., 2017).

Gracias a los bioestimulantes, las plantas consiguen nutrientes que son capaces de disminuir los estragos no deseados al medio ambiente, que a su vez consolidan a los productores el conseguir el retorno en sus inversiones. Optimizan la calidad en el cultivo con su aplicación y originan una calidad superior en el (contenido en azúcares, color, firmeza y absorción de nutrientes) (Ormeño & Ovalle, 2007).

Estos bioestimulantes agrícolas (AB) incluyen diversas formulaciones de compuestos, sustancias y otros productos, como microorganismos, oligoelementos, enzimas, reguladores del crecimiento vegetal (PGR) y extractos de macroalgas que son aplicados en plantas o suelos para la regulación y el potenciar los procesos fisiológicos del cultivo, logrando ser más eficaces. Los bioestimulantes agrícolas operan dentro de fisiología de la planta por medio de diferentes vías para mejorar el cultivo vigor, rendimientos, calidad y vida útil/conservación postcosecha (Sharma et al., 2014).

1.8.2 Tipos de bioestimulantes

1.8.2.1 Bioestimulantes naturales

Ácidos Húmicos

Estas sustancias húmicas son colecciones de ingredientes de materia orgánica del suelo con peso molecular relativamente bajo masa que se origina del pudrimiento de residuos microbianos, plantas y animales y tal como actividades metabólicas de microbios del suelo (Canellas et al., 2015) El ácido húmicos es un producto con contenido de elementos (H ,O, Ca , N y S) que aumentan la fertilidad del suelo y acrecentan la disponibilidad de elementos nutritivos en resultado, incrementan el desarrollo y el rendimiento de las plantas (Al-Marsoumi & Al-Hadethi, 2020).

Algas marinas

Las macroalgas marinas son organismos fotoautótrofos, que frecuentemente se ubican en zonas litorales fijadas en el fondo del mar. Componen relativamente 10,000

especies, subdivididas en tres grupos o "phyla" de acuerdo a sus pigmentos fotosintéticos se clasifican como: algas pardas (Phylum *Heterokontophyta*, clase Phaeophyceae, algas verdes (Phylum *Chlorophyta*) y algas rojas (Phylum *Rhodophyta*) (Suárez et al., 2015). Los bioestimulantes elaborados de algas marinas son considerados sostenibles y novedosos como impulsores de crecimiento vegetal, siendo caracterizados por ser biodegradables e inoocuos, originando ser un compuesto amistoso para el ambiente sin provocar residuos tóxicos (Hassan et al., 2021). Los fertilizantes a base de algas marinas líquidos pueden incrementar el rendimiento y el contenido de clorofila, mejorar el sistema radicular de las plantas, protegiendo de enfermedades, de diferentes tipos de estrés abiótico, como salinidad, temperaturas extremas, deficiencias nutricionales y sequía (Battacharyya, 2015).

Extracto de *Yucca schidigera*

La yuca es un género de plantas herbáceas suculentas perennes que crecen en regiones desérticas del Sureste de Estados Unidos y norte de México. *Yucca schidigera* es originaria de la región suroeste de los Estados Unidos y también se puede encontrar en el norte y centro de México, en zonas áridas y semiáridas del sureste de los Estados Unidos (Piacente, 2005).

La yuca es usada en forma de extracto elaborado triturando los tallos, la principal característica de este extracto es un alto contenido de saponinas esteroides y compuestos polifenólicos (Chekee, 2005). La existencia de estas composiciones bioactivas de extractos de yuca ofrece un conjunto de aplicaciones diferentes, como antimicrobianos, tensioactivos, reductores de amoníaco atmosférico y estimulantes en el crecimiento. (Mao, 2010; Adegbeye, 2019; Cheeke, 2006).

Bacterias benéficas

Favorecen el desarrollo de los cultivos, también denominadas como PGPB (*plant-growth-promoting bacteria*), incluyen bacterias de vida libre que habitan en la zona alrededor la raíz (ectorrizosfera), bacterias que colonizan la raíz superficie (rizoplano) y bacterias que viven dentro de las raíces (endorrizosfera). Los PGPB influyen en el crecimiento de las plantas directamente al producir plantas hormonas como auxinas, citoquininas y ácido giberélico, e indirectamente al inducir cambios hormonales en la planta anfitrión. Varios PGPB emiten compuestos orgánicos volátiles (COV), como el

2,3-butanodiol (2,3-BD), se sabe que aumenta la vitalidad en plantas a las bacterias insectos y patógenos (Ruzzi & Aroca, 2015).

Hongos benéficos

Con actividad bioestimulante vegetal se encuentran en el grupo de hongos simbióticos, particularmente hongos micorrízicos arbusculares (HMA) dentro del género *Glomus*, que penetran en las raíces de las plantas y forman una rama muy ramificada red arborescente de raíces e hifas. Esta red permite que las plantas extiendan su sistema radicular más allá de la zona de agotamiento, lo que permite una mayor absorción de nutrientes y agua y hacerlos más tolerantes a la sequía estrés. Además de mejorar la absorción de nutrientes, el más conocido (López Bucio et al., 2015).

1.8.2.2 Bioestimulantes sintéticos

Giberelinas

Las giberelinas son diterpenoides ácidos derivados del hidrocarburo diterpenoide tetracíclico ent-kaureno. Este se origina a partir del acetyl coenzima formando el primero el mevalonato; gran parte de las giberelinas poseen 20 átomos de carbono de su precursor. Las giberelinas poseen la tarea de realizar los procesos de crecimiento de tallo, floración, germinación, dormancia, senescencia, expresión sexual, el amarre crecimiento de frutos y la partenocarpia. (Meléndez & Molina, 2002).

Aminoácidos

Los aminoácidos son fundamentales para las plantas siendo importantes en sus mecanismos ya que son la base de sus proteínas, estos se obtienen de dos formas una por fuente animal y la otra por hidrolizados vegetales, donde la primera se tiene por hidrólisis de colágeno a una elevada temperatura y la otra por una hidrólisis enzimática a una baja temperatura (Granados, 2015).

El empleo de aminoácidos se agrupa con el desarrollo de sustancias biológicamente activas que estimulan y vigorizan la vegetación, por efecto de interés en los periodos críticos y de producción intensiva estimulando la formación de vitaminas, síntesis de enzimas, clorofila y de ácido indolacético. (Saborio, 2002)

1.8.3 Ventajas y desventajas de los bioestimulantes

La aplicación de bioestimulantes proporcionan ventajas y desventajas (Tabla 3) que afectan de manera directa al crecimiento y desarrollo en cultivos.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de los bioestimulantes

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ● Mejorar la producción y la calidad de las cosechas, son similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. ● Estos productos no nutricionales pueden reducir el uso de fertilizantes y la resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico (Suquilanda, 2015). ● Son productos que se obtienen de la descomposición biológica de materiales orgánicos aeróbicos o anaeróbicos, altamente activos con células vivas o latentes que teniendo las condiciones óptimas se reactivan actuando positivamente sobre el cultivo. (Morales A., 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Exceso de dosificación puede causar un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo del cultivo. ● Requieren de mano de obra intensiva, capacitados para realizar las aplicaciones de manera correcta. ● Los nutrientes que estos pudieran contener son limitados. ● Dependiendo el tipo de bioestimulante, puede llevar a mayores costos en la producción del cultivo (Ideagro, 2015).

1.9 Origen y síntesis de los bioestimulantes

1.9.1 Formas de aplicación de los bioestimulantes

Son aplicados comúnmente por vía foliar y vía radicular, utilizando pulverizaciones foliares, y con sistemas de riego para estimular el desarrollo vegetal del cultivo. Si son nutrientes, no justifica su aplicación sino el efecto que produce dentro del metabolismo

del vegetal, lo cual es aconsejable, en gran parte de los casos cuando son aplicados junto con un abono mineral al cultivo y a su estado fenológico, algunos productos formulados, además de micronutrientes, contienen cantidades aceptables de N, S y P (Meléndez & Molina, 2002).

1.9.2 Modo de acción de los bioestimulantes en los cultivos

Los cultivos están continuamente sujetas en una multitud de eventos estresantes, desde la germinación de semillas hasta el ciclo de vida completo. Estos estreses se dividen comúnmente en dos categorías: estreses bióticos y abióticos dependiendo de la naturaleza del factor desencadenante. Los primeros son causados por otros organismos vivos, incluidos los insectos, bacterias, hongos y malezas que afectan el desarrollo y la productividad de las plantas. Estos últimos generalmente están vinculados a la componentes climáticos, edáficos y fisiográficos del ambiente, cuando sean factores limitantes de la crecimiento y supervivencia. Los estreses abióticos más importantes que limitan la productividad agrícola en casi todo el mundo son: sequía, salinidad, temperaturas no óptimas y baja fertilidad del suelo. (Valverde, 2020)

Entre ellos, la sequía y las carencias de nutrientes son los principales problemas, sobre todo en países en desarrollo, en los cuales los ingresos de la población rural depender de la agricultura. Proveen aumentos adicionales en los resultados de los cultivos, estimulan y vigorizan iniciando desde la germinación hasta la fructificación. (Valverde, 2020).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del experimento

El trabajo de experimentación se llevó a cabo dentro del área de invernaderos del Departamento de Horticultura Unidad Laguna, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con una altitud 25°33'25"N y 103°22' 31"W, se localiza a una altura de 1,120 msnm, con temperaturas máximas de 35 ° C y menores a 22 ° C en Coahuila, México.

2.2 Acondicionamiento del terreno

Se realizó el experimento dentro de un invernadero tipo túnel con una superficie de 200m², con una cubierta de malla sombra tipo raschel (50% sombra).



Fig.1 Distribución de macetas dentro del invernadero

2.3 Material vegetal y siembra

El material vegetal utilizado fue semillas de pepino del híbrido Arsén-F1, de la casa comercial KristeenSeed, la siembra se realizó en bolsas plásticas con capacidad de 10 kilogramos, colocando una semilla por maceta.



Fig. 2 Siembra del material vegetal

2.4 Material bioestimulante utilizado

Como material de aplicación se utilizaron los cuatro productos biológicos naturales y sintéticos mencionados a continuación, y de los cuales los ingredientes activos de cada producto se encuentran descritos en el (Anexo I).

Algamar

Definido como nutriente concentrado de algas marinas totalmente orgánico y soluble conformado de cinco distintas algas marinas: *Egrecia* y *Laminaria* (ricas en micro y macronutrientes, *Sargassum* (ácido algínico), *Ascophyllum nodosum* (abundante en materia orgánica y hormonas naturales) y *Macrocystis* (bioactivadores metabólicos, Fe y Ca).

Organol Plus (Extracto de *Yucca schidigera*)

Beneficia el desarrollo de (hojas, flores, brotes, tubérculos, frutos, y bulbos) aun en condiciones adversas, estas pueden ser ocasionadas por alta o baja humedad , granizo, heladas, plagas, compactación de suelos, inadecuado balance de pH o carencia de materia orgánica en el suelo

Activol® 40%

Producto definido como hormona vegetal que estimula el crecimiento y vigor de las plantas, mejorando el tamaño y la calidad de frutas y hortalizas, aumentando el rendimiento y la calidad de las cosechas.

Amino Suppra

Es un producto bioestimulante 100% de origen natural conformado por L-Aminoácidos (forma asimilable en la que la planta es capaz de tomarlos) y nos ayuda a combatir algún estrés biótico o abiótico que la planta pueda tener.

2.5 Sistema de riego y fertilización

El sistema de riego que se implementó fue por estacas gotero tipo L (Fig. 3), utilizando manguera con perforaciones a cada 25 cm colocando la piqueta de riego en cada una de las macetas.



Fig. 3 Implementación de sistema de riego

Para la fertilización del cultivo de pepino se utilizó la siguiente solución nutritiva (Tabla 4), en base a necesidades y contenido de nutrientes en el agua de riego:

Tabla 4. Solución nutritiva utilizada en el cultivo de pepino

		Concentración (100 L)			
		g/L	50%	75%	100%
Nitrato de Calcio	CaNO ₃	0.595	29.75	44.6	59.47
Nitrato de Magnesio	MgNO ₃	0.128	6.4	9.62	12.82
Nitrato de Potasio	KNO ₃	0.413	20.65	30.98	41.31
Sulfato de Magnesio	MgSO ₄	0.27	13.5	20.22	26.96
Sulfato de Potasio	K ₂ SO ₄	0.245	12.25	18.38	24.5
Micronutrientes	0.125		6.25	9.38	12.5
		ml/L			
Ácido Nítrico	HNO ₃	0.01272121	6.3	9.5	12.72
Ácido Fosfórico	H ₂ PO ₄	0.0710892	3.5	5.33	7.11

2.6 Manejo del cultivo

Tutoreo

El tutoreo se realizó a los 39 días después de la siembra (Fig. 4), utilizando rafia y anillos de tutoreo colocándolos en cada maceta del experimento, se realizaba esta labor en la planta cada dos días con el fin de que la guía llevará el rigor correcto en su crecimiento.



Fig. 4 Plantas de pepino tutoradas

Poda

Durante el crecimiento de la planta, se fueron podando los zarcillos sobresalientes (Fig. 5) de la misma principalmente de la parte superior de la planta en el lapso del tiempo.



Fig. 5 Poda de zarcillos

Control fitosanitario

Dentro del cultivo estudiado se pudo identificar la presencia de mosquita blanca (Fig. 6A), (*Bemisia tabaci*), con los síntomas característicos que provoca, se utilizó un método de control etológico el cual consistió en colocar trampas amarillas en medio de las macetas con el fin de capturar los adultos de mosquita blanca.

También se observó la presencia de gusano minador de la hoja (*Liriomyza sp*) notando un síntoma común que provoca (Fig. 6B). Durante el experimento al igual se observó la presencia de Fusariosis (Fig. 6C) vascular del pepino (*Fusarium oxysporum*) mostrando los daños comunes que genera, los cuales se presentaron en la octava semana del cultivo. Para el control se llevó a cabo la aplicación (6D) de método de control químico descrito (Tabla 5).

Tabla 5. Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades

Función	Ingrediente Activo	Nombre comercial	Dosis utilizada;

Insecticida	Dimetoato 0.0 Dimetil-S-(N-mentilcarbamoilometilo)-fosforo-ditioato 38.50%	Deltapyr 40 CE.	1.5 ml/ L
Fungicida	Oxicloruro de cobre. 85 %	Cupravit	2 ml/ L
Fungicida	Dimetomorf: (E, Z) 4- [3-(4-clorofenil) - 3 - (3,4-dimetoxifenil) (acriloil) morfolina 7.99% Clorotalonil: Tetracloroisoftalonitrilo 39.95%	Acrobat CT	2ml/L

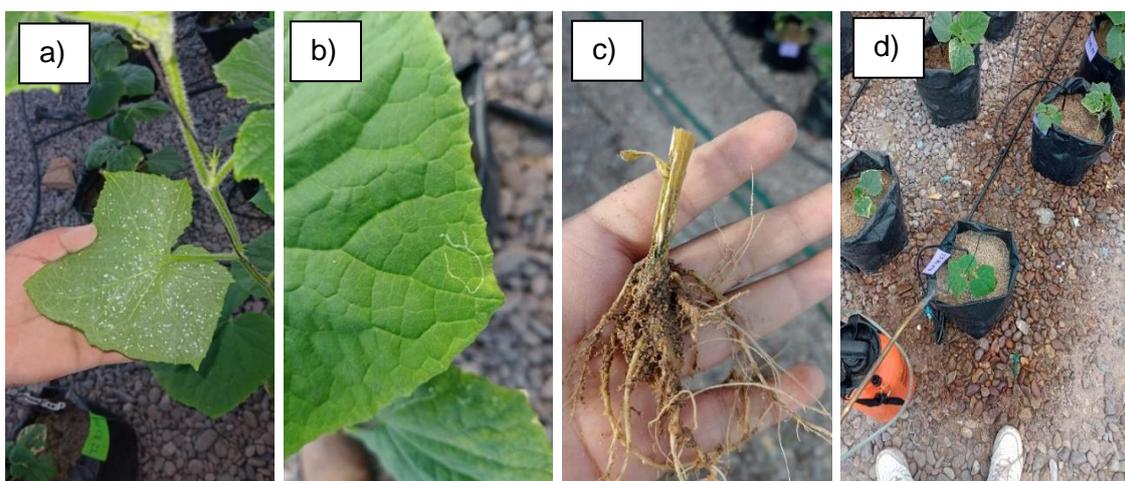


Fig. 6 a) Presencia de mosquita blanca, b) daño de gusano minador, c) fusariosis en raíz y d) aplicación de productos químicos.

2.7 Descripción de los tratamientos

En las plantas de pepino se realizaron aplicaciones de los tratamientos (Tabla 6), a partir de los 38 días de siembra, los cuales se aplicaron 4 veces con intervalos de 10 días mediante un aspersor foliar, cuidando que el tratamiento fuera recibido por la planta objetivo.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos aplicados en plantas de pepino

Tratamientos	Dosis aplicada (por cada litro de agua)
T1 (Testigo)	Solo agua
T2 (Algamar)	2.5 g
T3 (Organol Plus)	0.5 g
T4 (Activol 40%)	0.012 g
T5 (Amino Suppra)	2.5 mL

2.8 Variables agronómicas evaluadas

Dentro del crecimiento de la planta se determinó con base a la observación las mediciones de las siguientes variedades agronómicas, se tomaron cuatro plantas de cada tratamiento:

1. Altura (A) Esta variable se determinó iniciando de la base del tallo hacia la punta apical, con ayuda de un flexómetro, medido en centímetros.
2. Diámetro de tallo (DT): Dentro de esta variable se determinó desde la parte media de la planta con ayuda de, un vernier Steren her-411, medida en milímetros
3. Longitud de raíz (TR) Dentro de esta variable se determinó desde la base del tallo hasta la parte final de la raíz principal con ayuda de un flexómetro, medida en centímetros.
4. Peso fresco planta (PFP) Esta variable se determinó pesando la planta completa, con ayuda de una báscula granataria, medida en gramo
5. Peso fresco raíz (PFR): Esta variable se determinó en la base del tallo hasta la parte principal de la raíz, con ayuda de una báscula granataria, pesada en gramos.
6. Peso seco planta (PSP) Esta variable se obtuvo mediante el secamiento de la planta seleccionada en una estufa a 65° C durante 24 horas, con ayuda de una báscula granataria, pesada en gramos

7. Peso seco raíz (PSR) Esta variable se obtuvo mediante el secamiento de la raíz seleccionada en una estufa a 65° C durante 24 horas, con ayuda de una báscula granataria, pesada en gramos.

2.9 Variables de producción evaluadas

Dentro del crecimiento de la planta se determinó con base a la observación las mediciones de las siguientes variedades de calidad:

1. Numero de flores (NF): Esta variable se obtuvo contando las flores antes de cada aplicación para obtener resultados favorables.
2. Numero de frutos (NFS): Esta variable se obtuvo contando los frutos antes de cada aplicación para obtener resultados favorables.

2.10 Análisis estadístico

Se empleo el diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones. Este programa estadístico utilizado para realizar el análisis de varianza (ANVA) fue SAS 9.1 y se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Altura de planta

En esta variable de altura, conforme al análisis de varianza (Anexo 2) se pudo contemplar diferencias entre los tratamientos (Tukey $p < 0.05$). Lo que demuestra la aplicación de bioestimulantes predominan en el crecimiento de plantas de pepino.

Dentro de esta variable el tratamiento 5 (Amino Suppra) supera al testigo con un 19.09%, de igual manera en el tratamiento 3 (*Yucca*) obtuvo un 9.16 % más de altura en comparación con el testigo (Fig. 7).

De acuerdo con Campozano, (2018) el rendimiento con el uso de aminoácidos en cultivos es importante por el ahorro de energía y en la producción del mismo, el ahorro de energía se ve reflejado en crecimiento y vigor de la planta. Por su parte Benito, (2022) señala que el uso de extractos de *Yucca* no tuvieron ningún efecto promotor de crecimiento en *Arabidopsis* y señala que en altas concentraciones muestran un

efecto inhibitor, mientras que en bajas concentraciones mejoran el desarrollo temprano de brócoli y menor medida en tomate y lechuga.

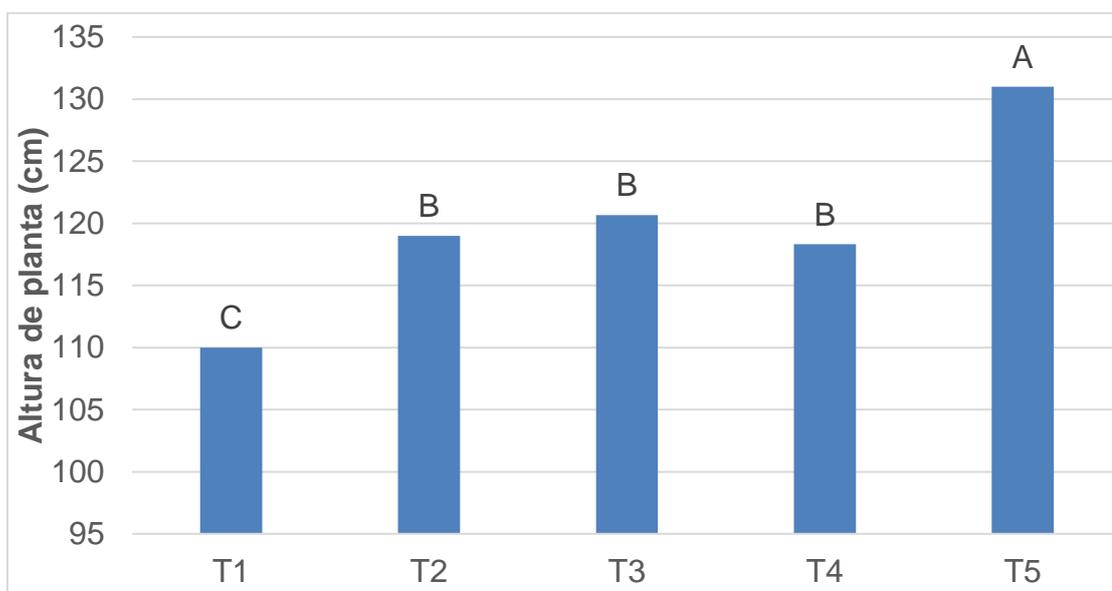


Figura 7 Altura de planta de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.2 Diámetro de tallo

En esta variable de acuerdo al análisis de varianza hubo disimilitudes significativas en los tratamientos (Anexos 2), se puede apreciar que el tratamiento 4 (Activol 40%) supera numéricamente al testigo con un 6.7 %, al igual que el tratamiento 3 (Extracto de *Yucca*) con una diferencia del 2.3 % en diámetro de tallo.

Estos resultados concuerdan con Garay, (2023) quienes aplicaron ProGibb en calabacita, como fitorregulador observando diferencias significativas entre tratamientos, el cual resalta que el tratamiento uno que fue la dosis recomendada presenta mayor crecimiento longitudinal.

De acuerdo con Nemhauser, (2006) el uso de giberelinas aumenta el tamaño de la región meristemática sub apical al incrementar la proporción de células que se introducen a división celular, la región meristemática origina la mayoría de las células que cooperan luego a la elongación del tallo.

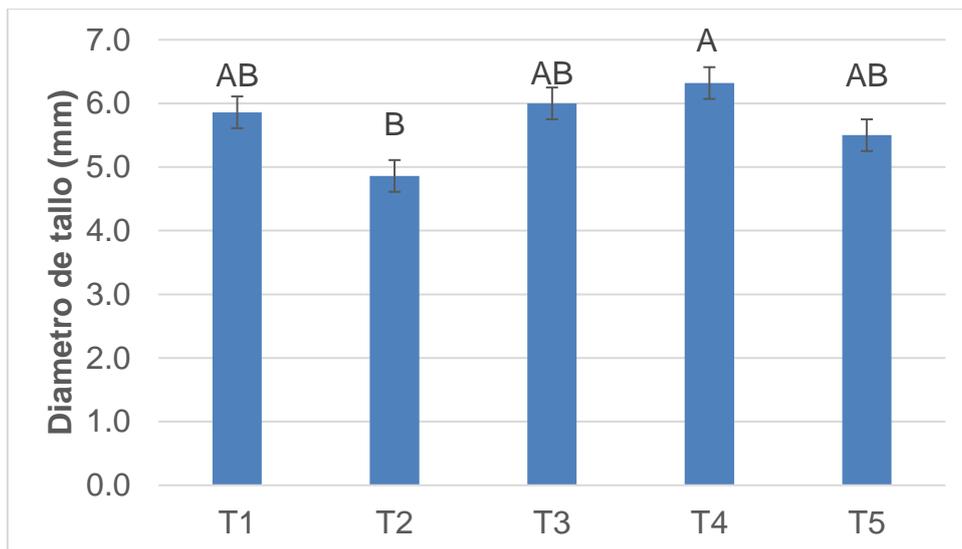


Figura 8 Diámetro de tallo de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.3 Longitud de raíz

Dentro de esta variable de longitud de raíz, conforme al análisis de varianza hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 2), en esta variable se pudo identificar que el tratamiento 4 (Activol 40%) superó en 52.7% al tratamiento T3 (Organol Plus).

Investigaciones como la de Archard, (2009) señala que, las giberelinas promueven las divisiones de las células del meristemo de la raíz y mejora el crecimiento de las raíces.

Por su parte, Ramón, (2020) muestra que, la relación entre AG y el crecimiento de las raíces no siempre es sencilla, y menciona que hay muchas especies en las que tienen efectos menores.

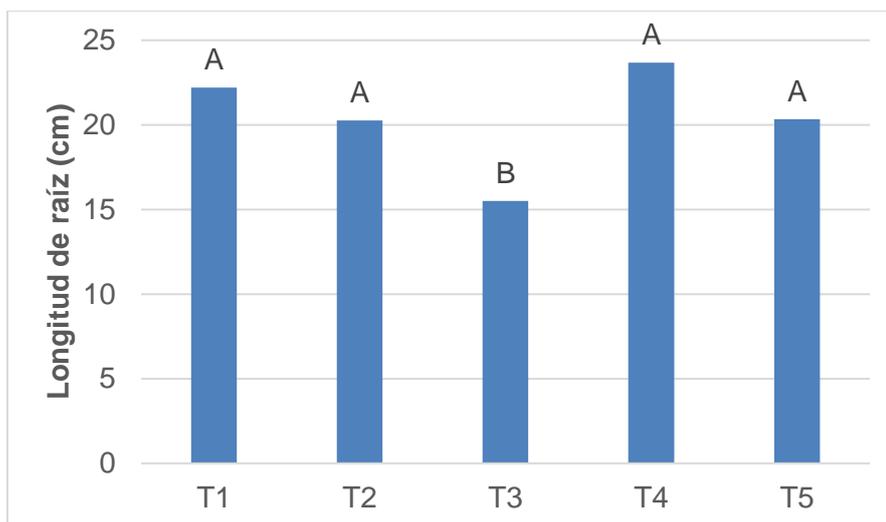


Figura 9 Longitud de raíz de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.4 Peso fresco planta

Para esta variable, de acuerdo al análisis de varianza (Anexo 2) hubo diferencias suppra) superando en 14.9% el peso fresco de las plantas testigo.

Estos resultados concuerdan con Campo, (2022) os cuales aplicaron *Ascophyllum nodosum* en calabacita con una concentración al 50 % obteniendo mayor peso fresco a comparación de los otros tratamientos empleados en el cultivo. Por su parte Ertani, (2018) señala que el resultado benéfico de los bioestimulantes conseguidos de algas marinas en la nutrición mineral de los cultivos, están vinculados en la regulación diferencial de genes y la estimulación de procesos fisiológicos como por ejemplo la división celular.

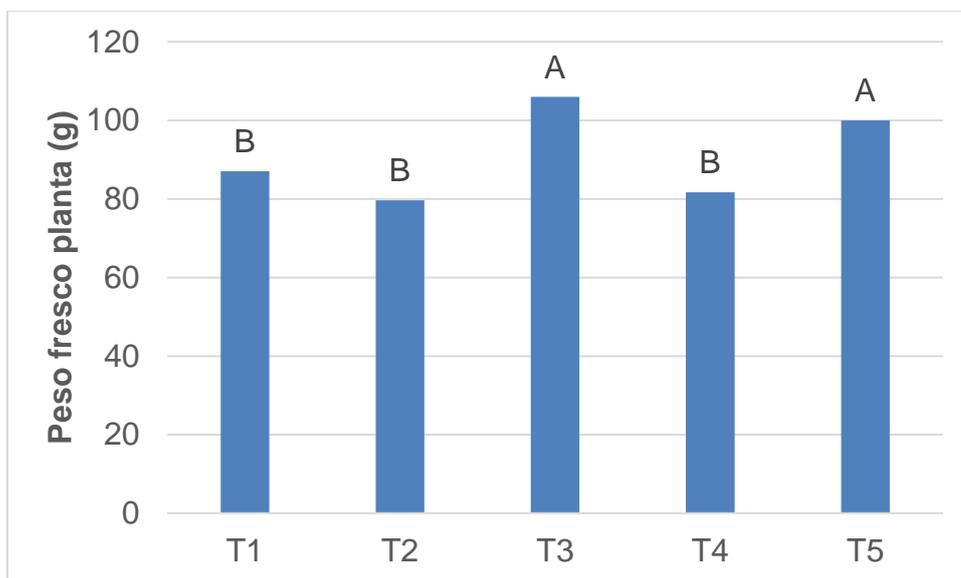


Figura 10 Peso fresco de planta de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.5 Peso fresco raíz

En esta variable se puede observar diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo al análisis de varianza (Anexo 2), sin embargo, no hubo diferencias con el tratamiento testigo. De forma numérica el tratamiento 4 (Activol 40%) superó al testigo con un 12.8 %, de igual manera se obtuvo en el tratamiento 2 (Algamar) un incremento de 2.3 % en comparación con en el testigo.

Ortega, (2013) demostró en su investigación que la aplicación de giberelinas a una concentración de 1000 µg/L muestra distinguir a otros tratamientos, lo que es perseverante dentro de los resultados. Conforme a que, plántulas con mayor peso fresco con órganos de mayor tamaño, muestra un dictamen beneficioso en el postrasplante.

Por su parte Shtin, (2022) señala en su revisión literaria que, en la raíz, la señalización de GA se integra con la de muchas otras vías para regular dinámicamente patrones

radiales y longitudinales; el régimen inicial de giberelina permite la extensión longitudinal del meristemo de la raíz, podría permitir que la planta aumente el crecimiento de las raíces.

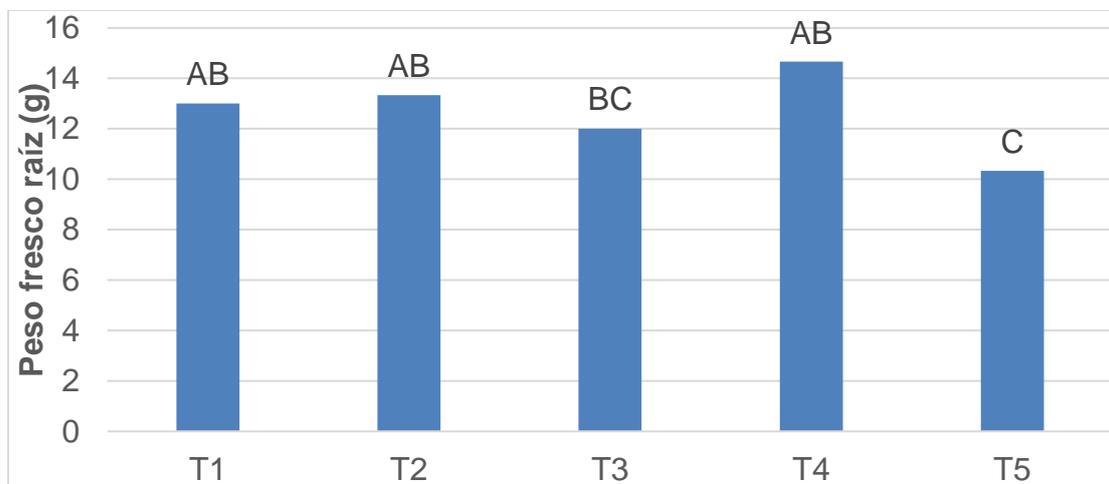


Figura 11 Peso fresco de raíz de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.6 Peso seco planta

El análisis de varianza (Anexo 2), en la variable peso seco de planta hubo diferencia significativa entre tratamientos (Tukey $p < 0.05$). Dentro de esta variable se observó que el tratamiento 3 (Organol Plus) tuvo resultados que superan al testigo con un 25%, de igual forma el tratamiento 5 (Amino Suppra) con un 19.4 % es superior al tratamiento testigo.

Estos resultados concuerdan con Renaut, (2019) donde indica que la aplicación de los bioestimulantes a base de algas marinas afecta positivamente la producción de biomasa vegetal (materia seca acumulada).

Sin embargo, Salazar, (2022) señala que en el peso foliar de la planta de pimiento (*Capsicum annum*) no mostró diferencias significativas en la aplicación de algas marinas a comparación de los tratamientos aplicados en su estudio.

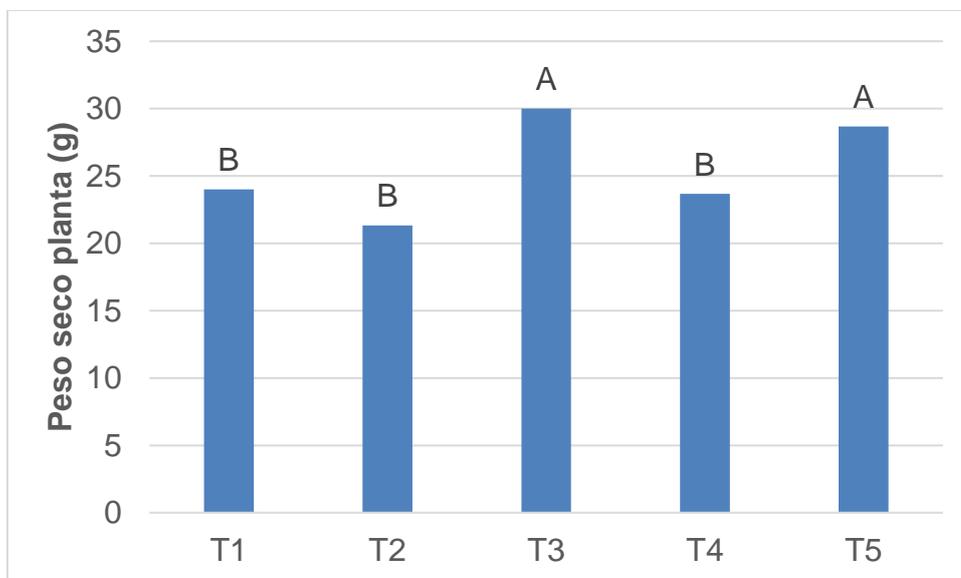


Figura 12 Peso seco de planta de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.7 Peso seco raíz

En la variable peso seco de raíz, no reflejo diferencias entre tratamientos de acuerdo al análisis de varianza (Anexo 2). Esto puede ser debido a que la aplicación de los bioestimulantes fue de manera foliar, lo que perjudica la parte aérea de la planta.

Otras investigaciones como la de Battacharyya, (2015) indica que los fertilizantes de algas marinas incrementan el rendimiento y contenido de clorofila al igual desarrollar el sistema radical de distintas plantas.

Por su parte Tucuch, (2019) señala que el uso de Byozime manifestó efectos negativos dentro de los parámetros establecidos de porcentaje de materia seca en pepino (*Cucumis sativus*).

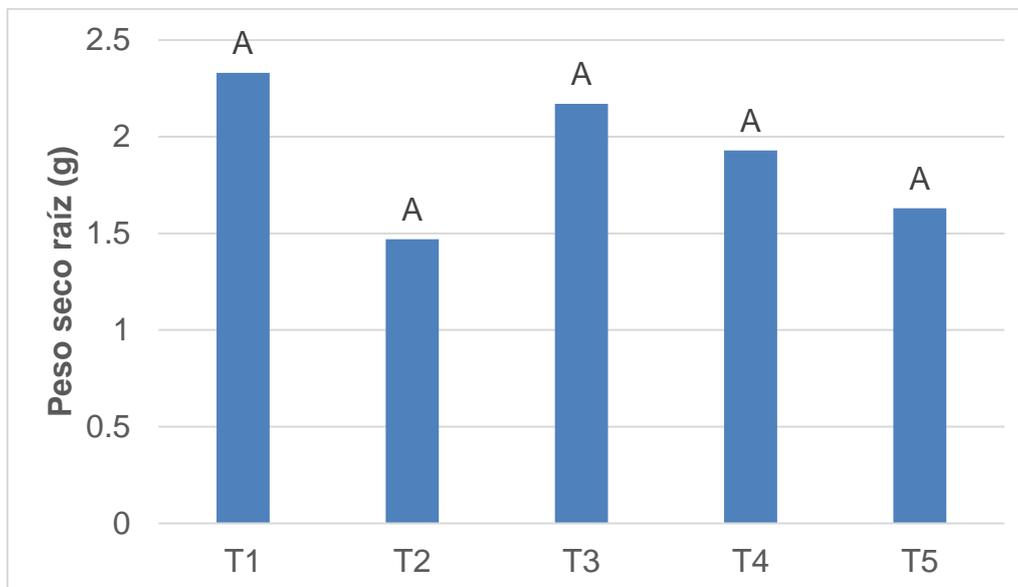


Figura 13 Peso seco de raíz de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.8 Número de flores

Con la variable número de flores, evaluada 70 días posteriores a la siembra, y de acuerdo al análisis de varianza (Anexo 2) el uso de los tratamientos mostró diferencias significativas. Siendo el tratamiento T3 (Organol Plus), el que sobresale superando al tratamiento testigo en un 50%.

Experimentos como los de Chacón, (2021) demuestra que el empleo del bioestimulante Equilibrium a base de algas *Ascophylyum nodosum* mostro mayor rendimiento en la fase de floración y fructificación en cafeto.

A su vez Salazar, (2022) demuestra en su investigación que el uso de algas marinas como *Ascophylyum nodosum* y fertilizaciones foliares ayudo con gran significancia a

tener mayor floración en altas temperaturas que situaron en el lapso del tema estudiado en pimiento (*Capsicum annum*).

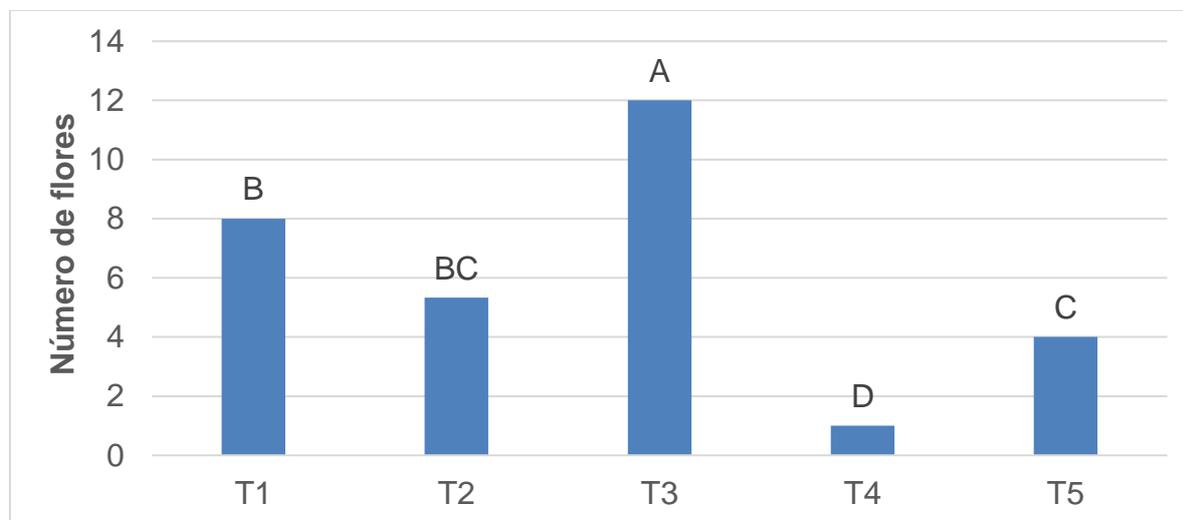


Figura 14 Número de flores de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

3.9 Número de frutos

Este al análisis de varianza (Anexo 2), la variable número de frutos, mostró diferencias significativas entre tratamientos, la medida de esta variable se realizó 72 días de la siembra. En esta variable se pudo observar un incremento de 44.3% con el tratamiento 5 en comparación con el testigo, mientras que el tratamiento 2 supera numéricamente con un 33.3% al testigo.

Estos resultados coinciden con Shabana, (2005) quien halló que la aplicación foliar de extractos de algas en (*Capsicum annum*) chile dulce provoca el crecimiento en número de frutos al contrastar con el tratamiento testigo.

Estos resultados difieren con Pérez, (2022) con las referencias obtenidas en el número de frutos, no se encontró diferencias estadísticamente con significancia entre tratamientos en el total de los frutos de chile dulce (*Capsicum annum*) con la aplicación de bioestimulantes foliares.

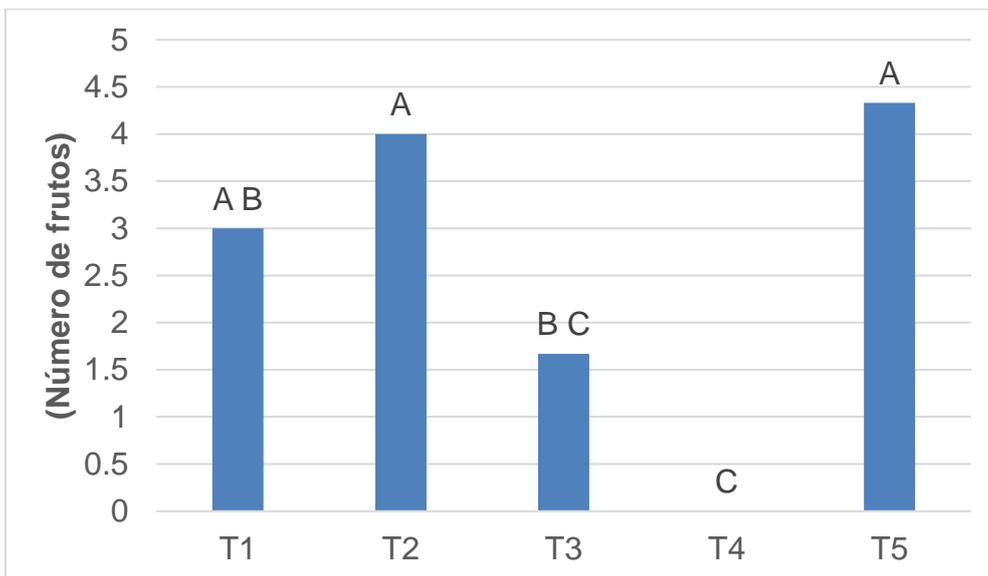


Figura 15 Número de frutos de pepino Arsen-F1, con los tratamientos (T1: testigo; T2: Algamar; T3: Organol Plus; T4: Activol 40%; T5: Amino Suppra).

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo obtenido con la aplicación de bioestimulantes, específicamente los que sobresalen (Organol plus y Amino Suppra) en las variables: número de flores, peso fresco y seco de planta, número de frutos y altura de planta respectivamente, demostrando que son capaces de incrementar la biomasa y producción en el cultivo de pepino.

A pesar de factores adversos (como altas temperaturas y escasez de agua en la etapa reproductiva), presentados en la parte experimental los bioestimulantes utilizados mostraron ser una alternativa para las etapas de crecimiento y reproducción en el cultivo de pepino. Es recomendable continuar con la evaluación de estos productos amigables con el medio ambiente, para la producción de cultivos bajo invernadero.

5. REVISION BIBLIOGRAFICA

- Adegbeye, M. J.-P. (2019). Potential influence of Yucca extract as feed additive on greenhouse gases emission for a cleaner livestock and aquaculture farming. *Journal of cleaner Production*.
- Al-Marsoumi, H., & Al-Hadethi, M. (2020). EFFECT OF HUMIC ACID AND SEAWEED EXTRACT SPRAY IN LEAF MINERAL CONTENT OF MANGO SEEDLINGS. *Plant Archives*, 20(1), 827-830.
- Archard, P. G. (2009). Gibberellin signaling controls cell proliferation rate in Arabidopsis. *Current biology*, 1188-1193.
- Barraza Álvarez, F. V. (28 de 05 de 2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1).
- Battacharyya, D. ., (30 de November de 2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48.
- Benito, P. (2022). Use of Yucca (*Yucca schidigera*) Extracts as Biostimulants to Promote Germination and Early Vigor and as Natural Fungicides. *Plants*.
- Campo, Y. A. (13 de Enero de 2022). Crecimiento, rendimiento y rentabilidad de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) fertilizada con fuentes químicas y biológicas. *TERRA LATINOAMERICANA*, 1-12.
- Campozano, M. (2018). Evaluación de aminoácidos aplicados al suelo y follaje sobre el desarrollo y producción del cultivo del arroz. Los Ríos: Bachelor's thesis, UTB.
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Piccolo, A., & Mazzei, P. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Sc. Horticulturae*(196), 15-27.
- Casaca, A. D. (2005). *El cultivo de pepino*. DICTA.
- Chacon, Y. C. (2021). Nuevo bioestimulante de floración y maduración en café (*Coffea arabica* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 983-990.
- Chacón-Padilla, K., & Monge-Pérez, J. (2020). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Tecnología en Marcha*, 33(1), 17-35.
- Cheeke, P. P. (2006). Anti-inflammatory and anti-arthritic effects of *Yucca schidigera*. *Journal of inflammation*, 3, 1-7.
- Cheke, P. R. (2005). *Yucca quillaja* may have role in animal nutrition. *Feedstuffs*, 77, 11-14.
- CONABIO. (2002). *Cucumis sativus*. *Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM)*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21650_sg7.pdf
- Coronado, C. (25 de Febrero de 2020). Comparación agronómica entre tipos de pepino (*Cucumis sativus*). *UNED*, 1-8.
- Ertani, A. F. (2018). valuación de extractos de algas marinas de *Laminaria* y *Ascophyllum nodosum* spp. como Bioestimulantes en *Zea mays* L. utilizando una Combinación de Enfoques Químicos, Bioquímicos y Morfológicos. *Fronteras en la ciencia vegetal*, 9(428), 1-13.
- Garay, J. I. (10 de 08 de 2023). EFECTO DE LA APLICACIÓN DE GIBERELINAS EN DIFERENTES ESTADIOS DE CRECIMIENTO EN LAS PLANTAS DE CALABACÍN (*Cucurbita pepo* L.) EN LA “UNIDAD AGROAMBIENTAL EL VERGEL”, FACATATIVÁ, CUDINAMARCA. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 1-15.

- González, L. G. (2015). Evaluación de tres dosis del bioestimulante Quitosana en el cultivo de pepino (*Cucumis Sativus* L.) en un periodo tardío. *Revista Amazonica*, 42-48.
- Granados, E. F. (Mayo de 2015). Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocos, San Marcos. Universidad Rafael Landívar. Facultad de ciencias agrícolas con énfasis en cultivos tropicales.
- GUIA DE PRODUCTORES DE HORTALIZAS (Ed.). (2005). Plagas y enfermedades de cucurbitáceas. 19. PRODUCTORES DE HORTALIZAS.
- Hassan, S. M., Ashour, M., & Sakai, N. (1 de April de 2021). Impact of Seaweed Liquid Extract Biostimulant on Growth, Yield, and Chemical Composition of Cucumber (*Cucumis sativus*). *Agriculture*, 11(4).
- HIDROPONIA MX. (7 de April de 2017). *SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE PEPINO EN MÉXICO* |. Obtenido de hidroponia.mx: <http://hidroponia.mx/situacion-actual-del-cultivo-de-pepino-en-mexico/>
- Ideagro. (9 de Noviembre de 2015). *Seipasa*. Obtenido de <https://www.seipasa.com/es/blog/bioestimulantes-preguntas-clave/>
- Kurowski, C., Conn, K., Lutton, J., & Rosenberger, S. (2015). *Cucurbite Disease Field Guide*. Seminis.
- López Bucio, J., Pelagio Flores, R., & Herrera Estrella, A. (2015). Trichoderma as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. . *Sc. Horticultura*, 196, 109-123.
- Mao, H. L. (2010). Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. *Livestock Science*, 1-3, 56-62.
- Meléndez, G., & Molina, E. (2002). Fertilización Foliar : Principios y Aplicaciones. ACCS.
- Morales A., C. G. (2017). USO DE BIOESTIMULANTES. En *Manual de manejo agronómico del arándano* (pág. 43). INIA.
- Nemhauser, J. H. (2006). Different Plant Hormones Regulate. *Cell*, 427-626.
- Ormeño, M. A., & Ovalle, A. (2007). Preparación y aplicación de abonos orgánicos. En *Ciencia y Producción Vegetal* (págs. 29-31). INIA.
- Ortega, L. .. (2013). EFECTO DE LAS GIBERELINAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE TOMATE. *Biotecnia*, 56-60.
- Padilla, K. C. (2020). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Revista Tecnología en Marcha*, 33.
- Pérez, J. E. (2022). Aplicación foliar de caolinita y *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis en chile dulce (*Capsicum annum* L.). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 121-133.
- Piacente, S. (2005). Saponins and Phenolics of *Yucca schidigera* Roez!: Chemistry and Bioactivity. *Revisión de Fitoquímica*, 4, 177-190.
- PROFECO. (18 de May de 2020). *Pepino, fresco y saludable* | *Procuraduría Federal del Consumidor* | *Gobierno* | *gob.mx*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/pepino-fresco-y-saludable?state=published>
- Ramon, U. W.-E. (2020). Underground gibberellin activity: differential gibberellin response in tomato shoots and roots. *bioRxiv*.
- Rebollar, S. (2022). Competitividad y valor agregado de pepino Persa (*Cucumis sativus* L.) en agricultura por contrato: estudio de caso. *Terra Latinoamericana*.
- Renaut, S. M. (2019). Un extracto de algas comerciales estructuró comunidades microbianas asociadas con las raíces de tomate y pimienta y aumentó significativamente el rendimiento de los cultivos. *Biotecnología microbiana*, 1346-1358.

- Ruzzi, M., & Aroca, R. (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*(196), 124-134.
- Saborio, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. En *Fertilización foliar . Principios y aplicaciones* (págs. 111-127). Costa Rica: ACCS.
- SADER. (16 de MARZO de 2022). *De la familia de las cucurbitáceas, el pepino es el consentido*. Recuperado el 19 de June de 2023, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/de-la-familia-de-las-cucurbitaceas-el-pepino-es-el-consentido?idiom=es>
- SAGARPA. (16 de Marzo de 2022). De la familia de las cucurbitáceas, el pepino es el consentido. *Gobierno de México*, 1-5.
- Salazar, W. M. (2022). Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annum*). *UNED*, 1-12.
- Seebold,, K. W., Coolong, T., Jones, T., Bessin, R., & Strang, J. (2015). *Guía de Monitoreo de MIP para Plagas Comunes de los Cultivos de Cucurbitáceas en Kentucky*. UNIVERSIDAD DE KENTUCKY.
- Shabana, A. I. (Junio de 2005). Improving Growth, Fruit Setting, Total Yield and Fruit quality of Sweet Pepper Plants (*Capsicum annum* L.) by using Antioxidant and Seaweed Extracts. *4*, 154-161. Egypt.
- Sharma, H. S., Fleming, C., & Selby, C. (2014). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*(26), 465-490.
- Shtin, M. (2022). It's Time for a Change: The Role of Gibberellin in Root Meristem Development. *Plant Sci*, 13. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.882517>
- SIAP. (2022). *Pepino*. México: SIACON.
- Suárez, A. M., Martínez Daranas, B., & Alonso, Y. (2015). Macroalgas marinas de Cuba. La Habana , Cuba: UH.
- Suquilanda, M. (2015). Capítulo IV. Biol fitoestimulante orgánico. En *Agricultura orgánica*. (pág. 78). Manejo fisiotecnico.
- Torrez Quizpe, V. (2014). TESIS DE GRADO PRODUCTIVIDAD DE 63 HIBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicon* Miller) INTRODUCIDOS EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE COTA COTA. 1-119. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES.
- Tucuch, O. U. (Junio de 2019). Efecto de Tres Bioestimulantes Sobre la Producción de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) Bajo Invernadero en Saltillo, Coahuila. Saltillo , Coahuila: UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.
- Valverde, L. Y. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica* L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(1).
- Zamora, E. (Febrero de 2017). EL CULTIVO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus* L.)BAJO CUBIERTAS PLASTICAS. *Universidad de Sonora*, 1-5. Obtenido de Departamento de Agricultura y Ganadería: [https://dagus.unison.mx/Zamora/7.%20EL%20CULTIVO%20DE%20PEPINO%20PERSA%20\(Cucumis%20sativus%20L.\)%20BAJO%20CUBIERTAS%20PLASTICAS.p df](https://dagus.unison.mx/Zamora/7.%20EL%20CULTIVO%20DE%20PEPINO%20PERSA%20(Cucumis%20sativus%20L.)%20BAJO%20CUBIERTAS%20PLASTICAS.pdf)
- Zamora, E. (Marzo de 2017). EL CULTIVO DE PEPINO TIPO SLICER – AMERICANO (*Cucumis sativus* L.) BAJO CUBIERTAS PLASTICAS. *Universidad de Sonora*, 1-5. Obtenido de Departamento de Agricultura y Ganadería: <https://dagus.unison.mx/Zamora/8.%20EL%20CULTIVO%20DE%20PEPINO%20SLI>

CER%20(Cucumis%20sativus%20L.)%20BAJO%20CUBIERTAS%20PLASTICAS.pdf

Zitter, T. A., Hopkins, D. L., & Thomas, C. E. (1996). Compendium of cucurbit diseases. *The American Phytopathological Society*, 87 p.

6. ANEXOS

6.1 Descripción (Ingredientes activos) de los productos utilizados como bioestimulantes

Algamar

Materia orgánica, algacea (<i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Sargassum</i> , <i>Laminaria</i> , <i>Macrocystis pyrifera</i> , <i>Egregia menziesii</i>).....	82.54%
Ácido alginico.....	5.00%
Nitrógeno...	3.00%
Potasio...	5.30%
Fosforo...	0.10%
Calcio...	0.40%
Azufre...	3.50%
Magnesio...	0.15%
Cobre...	2.0 ppm
Fierro...	25.0 ppm
Boro...	30.0 ppm
Betainas...	3.0 ppm
Promotores de crecimiento...	40.0 ppm

Organol plus (*Yucca schidigera*)

Extracto de <i>Yucca Schidigera</i>	90.00%
Extracto de Algas Marinas <i>Ascophyllum</i>	10.00%

Activol® 40%

Composición porcentual % en peso
Ingrediente activo no menos de: 40.00%, ácido giberélico (Ga3)
Ingredientes inertes: 60.00%

Amino Suppra

Concepto	Máximo	Mínimo
Potencial hidrogeno (pH)	7.5	6.7%
Materia Orgánica	30.0%	25.0%
Nitrógeno Total (N)	9.0%	8.00%
Fosforo (P ₂ O ₅)	9.0%	7%
Potasio(K ₂ O)	5%	3.1%
Silicio (Si)	10.0%	7.5%
Calcio (Ca)	8.0%	4.9%
Magnesio (Mg)	1.0%	0.4%
Azufre(S)	1.5%	0.9%
Fierro (Fe)	9590 ppm	7510ppm
Manganeso (Mn)	521 ppm	284 ppm
Zinc (Zn)	713 ppm	200 ppm
Cobre (Cu)	200 ppm	65 ppm
Boro(B)	60 ppm	10 ppm
Acidos humicos	6.0%	4.0 %
Aminoacidos	21.0%	19.0 %
Bacterias mesofilicas	3 x 10 ⁷	3x10 ⁸
Humedad	16.0%	12.0%

6.2. Análisis de varianza de los tratamientos en variables evaluadas en plantas de pepino Arsen-F1

Variable:	Cuadrados medios:	F	p-Valor
Altura de planta	168.77	29.44	<0.0001
Diámetro de tallo	0.93	4.42	0.0292
Longitud de raíz	28.46	15.95	0.0002
Peso fresco planta	403.1	46.16	<0.0001
Peso fresco raíz	7.83	9.79	0.0017
Peso seco planta	39.93	15.36	0.0003
Peso seco raíz	0.39	0.32	0.8603
Número de flores	52.07	48.81	<0.0002
Número de frutos	9.57	17.94	<0.0001