BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

APLICACIONES FOLIARES DE BIOESTIMULANTES EN PLANTAS DE FRESA CULTIVADAS BAJO LIMITACIÓN DE NUTRIENTES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

ARTURO IVÁN HERNÁNDEZ ROMERO

DIRECTOR DE TESIS

M.C. FABIEL VÁZQUEZ CRUZ

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2024.

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

APLICACIONES FOLIARES DE BIOESTIMULANTES EN PLANTAS DE FRESA CULTIVADAS BAJO LIMITACIÓN DE NUTRIENTES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

ARTURO IVÁN HERNÁNDEZ ROMERO

DIRECTOR DE TESIS

M.C. FABIEL VÁZQUEZ CRUZ

ASESORES

DRA. CARMELA HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ

DR. LUIS ANTONIO DOMINGUEZ PERALES

DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2024.

La presente tesis titulada: Aplicaciones foliares de bioestimulantes en plantas de fresa cultivadas bajo limitación de nutrientes realizada por Arturo Iván Hernández Romero, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por: Firma

Director: M.C. Fabiel Vázquez Cruz

Asesora: Dra. Carmela Hernández Domínguez

Asesor: Dr. Luis Antonio Domínguez Perales

Asesor: Dr. Raúl Berdeja Arbeu

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2024.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **BUAP-CA-355 Agrobiotecnología y Recursos Naturales** y de la Línea de Investigación: **Biotecnología conservación y protección y vegetal**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

Dedicado con todo mi corazón a los mejores padres que Dios me pudo dar, Josefina Romero Díaz y Arturo Hernández Daniel, muchas gracias por su amor incondicional, por su incansable apoyo, dedicación, paciencia y sacrificio que han hecho por mi desde que llegué a este mundo. Su presencia ha sido mi fuente de fuerza y motivación en los momentos más difíciles. Gracias por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, este logro y los próximos serán siempre de ustedes, porque forman parte de mí. Los amo eterna e infinitamente.

A mis hermanas Sandra y Paola, por todo el amor y alegría que me han dado toda la vida, por su protección y consejos como hermanas mayores, por siempre creer en mi potencial y estar ahí cuando lo necesito. A mi sobrino Bruno, gracias por llenarme de alegría y esperanza, cuando te miro siento que eres mi yo pequeño, gracias por querer pasar tiempo conmigo y hacerme compañía. A mi abuelita Cocone, te agradezco por todo el gran amor y ánimo que siempre me das, por tus consejos y cuidados, soy muy afortunado por tenerte. Este logro también es de ustedes, han sido mi fuerza y mi motivación, sin mi familia nada de esto hubiera sido posible, los amo infinitamente, gracias.

A la memoria de mi abuelita Paula que se encuentra descansando en paz, gracias a ti conocí el campo, junto con sus bellezas y sacrificios. Sé lo importante que era para ti y lo mucho que te gustaba el campo. Gracias por tus enseñanzas, siempre te llevo en mi corazón y estoy seguro de que me observas y me cuidas desde el cielo. Te quiero mucho.

A mi amigo Jesús, te agradezco mucho por apoyarme de forma académica y personal a lo largo de la carrera, gracias por tantas risas, por acompañarme en momentos difíciles y por creer en mí, agradezco mucho tu amistad.

A mi amigo Jared, muchas gracias por todo el apoyo que me brindaste en las actividades de la universidad, sin duda fue admirable todo el trabajo en equipo que hicimos durante el servicio social, gracias a ese trabajo pude realizar mi investigación.

A mis amigas Paola, Carol y Litzi les agradezco mucho su amistad y su apoyo para realizar algunas actividades de mi investigación, gracias por las risas, experiencias y momentos inolvidables que compartimos juntos.

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias por haber sido mi segunda casa estos años de estudio y darme la oportunidad de crecer profesionalmente, me llevo grandes y únicas experiencias académicas y personales.

Agradezco a mi director de tesis, M.C. Fabiel Vázquez Cruz por brindarme las herramientas y el apoyo para realizar mi trabajo de investigación, he aprendido mucho de usted académica y personalmente, gracias.

Agradezco a mis asesores, la Dra. Carmela Hernández Domínguez, el Dr. Raúl Berdeja Arbeu y el Dr. Luis Antonio Domínguez Perales por ayudarme a despejar las dudas que tuve durante mi proceso de investigación.

INDICE GENERAL

CONTENIDO **PÁGINAS**

ÍNDICE DE CUADROS ii
ÍNDICE DE FIGURAS iii
RESUMEN iv
ABSTRACT v
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivo general 3
2.2. Objetivos específicos 3
III. HIPÓTESIS 4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA 5
4.1. Origen 5
4.2. Taxonomía 5
4.3. Morfología 6
4.3.1. Sistema radicular 6
4.3.2. Tallo 6
4.3.3. Hojas 7
4.3.4. Flores 7
4.3.5. Fruto 7
4.4. Requerimientos ambientales 7
4.4.1. Clima 7
4.5. Manejo del cultivo 8
4.5.1. Preparación del suelo 8
4.5.2. Acolchado 9
4.5.3. Trasplante 9
4.5.4. Riego 9
4.5.5. Poda 10
4.5.6. Requerimiento nutricional 11
4.5.7. Cosecha y post cosecha 11
4.6. La fresa en México 12
4.7. Bioestimulantes 13
4.8. Giberelinas 13
4.9. Antecedentes 14
V. MATERIALES Y MÉTODOS 16
5.1. Localización del experimento 16
5.2. Material vegetal 16
5.3. Desarrollo del experimento 17
5.4. Diseño Experimental 18
5.5. Descripción de tratamientos 18
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21
VII. CONCLUSIONES 25
VIII. LITERATURA CITADA 26

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido **Página**

Cuadro 1. Solución Steiner al 75% utilizada en el experimento……18

Cuadro 2. Diseño de tratamientos……...……...18

Cuadro 3. Número de frutos, diámetro, longitud y forma de frutos de fresa…….22

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido **Página**

Figura 1. Principales productores de fresas en México, promedio: 2017-2021……13

Figura 2. Localización del experimento, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Localidad San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla…….16

Figura 3. Rendimiento acumulado por planta……23

Figura 4. Peso promedio de frutos……..……...24

Figura 5. Sólidos solubles totales……..……..25

RESUMEN

El cultivo de fresa puede verse afectado durante su fenología a causa del estrés biótico y abiótico, dañando así los procesos metabólicos de la planta y en consecuencia tener frutos de mala calidad y un bajo rendimiento. Una de las maneras de poder mitigar los efectos por los diferentes tipos de estrés es a través del uso de bioestimulantes. El presente trabajo de investigación se realizó de octubre de 2023 a febrero del 2024 en la facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias localidad San Juan Acateno, Teziutlán Puebla. El objetivo del experimento fue comparar el efecto de bioestimulantes y la limitación de nutrientes en el rendimiento y calidad de fresa cultivada bajo invernadero. Se utilizaron plantas de fresa de la variedad San Andreas de dos años, se seleccionaron plantas sanas y homogéneas en cuanto a número de coronas y flores. El diseño experimental que se empleó fue completamente al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones. El tratamiento con Biozyme presentó el mayor rendimiento de fruto acumulado por planta con 113.11 g superando estadísticamente a los demás tratamientos. El peso promedio de fruto osciló de 10.28 g en el tratamiento Giberplex a 7.8 g en el tratamiento Biogib con diferencias estadísticas entre tratamientos. El máximo contenido de sólidos solubles totales alcanzado fue de 8,79 y 7,53 ºBrix, valores que se encuentran dentro del rango considerado adecuado para fresa, ya que valores superiores no afectarían el dulzor durante la maduración. Por los resultados obtenidos se concluye que las aplicaciones al follaje con Biozyme se obtiene fruto con buenas características físicas y químicas.

Palabras clave: *Fragaria ananassa*, rendimiento de fruto, peso promedio, sólidos solubles totales.

ABSTRACT

The strawberry crop can be affected during its phenology due to biotic and abiotic stress, thus damaging the metabolic processes of the plant and consequently having poor quality fruits and a low yield. One of the ways to mitigate the effects of different types of stress is through the use of biostimulants. This research was carried out from October 2023 to February 2024 at the Facultad en Ciencias Agricolas y Pecuarias, San Juan Acateno, Teziutlan, Puebla. The objetive of the experiment was to compare the effect of biostimulants and nutrient limitation on the yield and quality of strawberries grown under greenhouses. The variety San Andreas was used for this experiment, the plants had two years old, healthy and homogeneous plants were selected in terms of number of crowns and flowers. The experimental design used was completely randomized with 3 treatments and 5 replications. The Biozyme treatment presented the highest cumulative fruit yield per plant with 113.11 g, statistically surpassing the other treatments. The average fruit weight ranged from 10.28 g in the Giberplex treatment to 7.8 g in the Biogib treatment, with statistical differences between treatments. The maximum content of total soluble solids reached was 8.79 and 7.53° Brix, values that are within the range considered suitable for strawberries, since higher values would not affect the sweetness during ripening. From the results obtained, it is concluded that the applications to foliage with Biozyme obtain fruit with good physical and chemical characteristics.

Key words: *Fragaria ananassa*, fruit yield, average weight, total soluble solids.

I. INTRODUCCIÓN

La fresa desarrolla un papel importante a nivel global ya que es caracterizada por su gran sabor, fragancia, atractivo color, gran contenido nutricional y una estupenda utilidad (Thakur *et al.*, 2015). El consumo de fresa nacional e internacional se ha incrementado en lo últimos años debido a los beneficios que aporta a la salud su consumo frecuente, por los nutrientes esenciales que posee, el contenido de micro-minerales y de antioxidantes principalmente vitamina C que determina su capacidad y eficiencia en la eliminación de radicales de oxígeno (Giampieri *et al*., 2012).

Los estados productores de fresa en México son Michoacán con 484 936 t (73.6%), Baja California con 91 660 t (13.9%) y Guanajuato con 57 667 t (8.8%), los cuales en conjunto aportan alrededor de 96% de la producción nacional (SIACON, 2019). México exportó 126 157 t, que representó 19.2% de las 658 436 t de la producción nacional de fresa (FAOSTAT, 2020).

El estado nutricional de las plantas de fresa es de gran relevancia para la consecución de los niveles esperados de productividad y calidad global del fruto (Tagliavini *et al.*, 2005). Se ha observado que los parámetros de crecimiento, rendimiento y calidad están positivamente correlacionados con la tasa de nutrientes minerales (macro y micro) utilizados durante el ciclo de producción de la fresa (Shirko *et al.*, 2018). La producción mundial actual de fresas se realiza a menudo en sistemas cubiertos (invernaderos y túneles de plástico) y en combinación con tecnologías sin suelo (Hukkanen *et al*., 2007).

Sin embargo, el cultivo de fresa puede verse afectado durante su fenología a causa del estrés biótico y abiótico, dañando así los procesos metabólicos de la planta y en consecuencia tener frutos de mala calidad y un bajo rendimiento. Una de las maneras de poder mitigar los efectos por los diferentes tipos de estrés es a través del uso de bioestimulantes.

Los bioestimulantes hacen referencia a un concepto muy amplio, ya que se tratan de sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales que

mejoran la absorción y asimilación de nutrientes, tratar el estrés abiótico o mejorar algunas de sus características agronómicas.

Las giberelinas (GA) promueven el crecimiento celular debido a que incrementan la hidrólisis del almidón, fructanos y sacarosa, originando fructosa y glucosa. Estas hexosas contribuyen a la formación de la pared celular y disminuyen el potencial hídrico de la célula, lo que favorece la entrada del agua y provoca la expansión celular (Salisbury y Ross, 2000).

Se reportan algunos efectos positivos de las aplicaciones de ácido giberélico (GA3) sobre la producción de fresa, entre los cuales se destacan el acortamiento del periodo entre la siembra y la primera fructificación, el aumento del número de frutos y la duración del periodo de cosecha, aunque está giberelina también puede reducir la masa de la fruta (Tehranifar y Battey, 1997).

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de bioestimulantes y la limitación de nutrientes en el rendimiento y calidad de fresa cultivada bajo invernadero.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comparar el efecto de bioestimulantes y la limitación de nutrientes en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria ananassa*) cultivada bajo invernadero.

2.2. Objetivos específicos

1. Comparar dos bioestimulantes a base de giberelinas en el desarrollo del cultivo de fresa.
2. Evaluar el efecto de tres bioestimulantes sobre el rendimiento de la fresa.

III. HIPÓTESIS

El uso de bioestimulantes a base de giberelinas mejorará la calidad y producción del cultivo de fresa.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1.Origen

La fresa es una planta herbácea que forma parte de la familia de las rosáceas y al género Fragaria (Bianchi, 2018).

La fresa comercial (*Fragaria x ananassa duchesne*) tiene su origen en dos especies ancestrales, *F. chiloensis* y *F. virginiana*, las cuales son originarias del Nuevo Mundo. Estas especies fueron llevadas al Viejo Mundo, donde accidentalmente se cruzaron para formar híbridos en algún momento durante el siglo XVIII. Posteriormente, estos híbridos domesticados de fresas regresaron a América del Norte, y mediante procesos de mejoramiento adicionales, se desarrolló la fresa moderna de gran tamaño que ahora se cultiva en todo el mundo (Altamirano, 2004).

4.2.Taxonomía

Actualmente sólo se reconocen 11 especies dentro del género Fragaria siendo las variedades principalmente comerciales un cruce entre (*Fragaria virginiana*) y (*Fragaria chiloensis*) los cuales presentan características como mayor tamaño en frutos (Patiño *et al.*, 2014).

Según Asociación Ecológica del Perú (2012) y Rojas (2008) la clasifican:

Super reino: Eucariota

Reino: Plantae

Sub-reino: Antophyta

División: Fanerógamas

Su-división: Angyospermae

Clase: Dicotyledoneae

Sub-clase: Archichlamydea

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: Fragaria

Especie: anannasa

Nombre científico: Fragaria ananassa Duch

Nombres comunes: Fresa, frutilla, Strawberry

4.3. Morfología

4.3.1. Sistema radicular

La zona radicular es fasciculada y fibrosa. Las raíces surgen de los tallos de las coronas de la planta y se clasifican en dos categorías: las raíces primarias que proporcionan soporte estructural y, raíces secundarias, que se originan a partir de las primarias, son más delgadas, de tono más claro y están especializadas en la absorción de nutrientes y agua (Hinojosa, 2017).

Las raíces presentan una apariencia fibrosa y se originan en la corona de la planta. Se dividen en raíces primarias, que son más gruesas y desempeñan una función de soporte. Estas raíces primarias son de color café oscuro y emergen en la base de las hojas. Por otro lado, las secundarias conocidas como raicillas alimenticias son más delgadas y de color marfil. Su cantidad puede variar, y se distinguen dos tipos: principales y secundarias. Las raíces penetran en el suelo a una profundidad de hasta 0.80 metros, pero en promedio se encuentran principalmente en los primeros 0.40 metros (Muñoz y Naranjo, 2012).

La mayor concentración de raíces en esta planta se encuentra a los 25 cm llegando profundizar unos 40 cm. Las raíces primarias pueden permanecer en la planta hasta 2 años, estas presentan cambium vascular y suberoso, esto no se encuentra en raíces secundarias las cuales se renuevan en pocos días o semanas (Patiño *et al.*, 2014).

4.3.2. Tallo

Se le denomina corona lugar que da origen las yemas axilares las cuales contribuyen al crecimiento vegetativo y formación de ramillas florales. Su color característico es verde, también se puede observar escamas del tipo foliar en el tallo (Bolda y Dara, 2015).

Los tallos son mayoritariamente cortos y herbáceos, aunque algunos pueden perdurar por más de un año y mantener su funcionalidad para la planta, incluso experimentando una leve lignificación. A pesar de su tamaño reducido, los tallos tienen la responsabilidad de transportar las sustancias absorbidas por la planta a través de sus tejidos vasculares (Hinojosa, 2017).

4.3.3. Hojas

Las hojas emergen en forma de roseta desde las coronas de la planta. Tienen peciolos largos y están acompañadas de dos estípulas de tono rojizo. El limbo de las hojas está dividido en tres foliolos pediculados, cuyos bordes son aserrados. Presentan una gran cantidad de estomas (entre 300 y 400 por milímetro cuadrado), lo que facilita la pérdida de agua por transpiración (PROEXANT, 2015).

Son compuestas por tres foliolos, en forma de roseta. Su crecimiento en patrón espiral. Las hojas adultas permanecen en la planta por meses. Cuando se da la circulación de nutrientes en la planta este se dirigirá a las hojas nuevas ayudando al desarrollo (Bolda y Dara, 2015).

4.3.4. Flores

La flor consta de dos cálices y una corona compuesta por pétalos blancos, cada uno de los cuales está formado por cinco elementos. La parte comestible de la fresa surge del engrosamiento del receptáculo activado por la fecundación, lo que da lugar a un fruto falso (Bianchi, 2018).

Su formación inicia por medio de una yema terminal o yema axilar. Está constituida por cinco o seis pétalos entre 20 a 35 estambres, con muchos pistilos sobre un receptáculo carnoso (ITSC, 2018).

4.3.5. Fruto

Después de la fecundación del óvulo, este se transforma en aquenios, los cuales promueven el engrosamiento del receptáculo formándose carnoso, dando lugar al fruto. La coloración del fruto varía según su desarrollo, primero siendo verde, después amarillo o rojo (Gonzáles, 2014).

4.4. Requerimientos ambientales

4.4.1. Clima

La fresa es un cultivo adaptable a una amplia variedad de climas. Su parte vegetativa muestra una alta resistencia a las heladas, siendo capaz de tolerar temperaturas de hasta –20 ºC, aunque los órganos florales quedan significativamente dañados a temperaturas

ligeramente inferiores a 0 ºC. Asimismo, la planta puede sobrevivir a temperaturas extremadamente elevadas en verano, llegando hasta los 55 ºC. Los valores ideales para una fructificación óptima se sitúan alrededor de los 15-20 ºC de temperatura media anual (PROEXANT, 2015).

Según Moreno (2011) las temperaturas inferiores a 12 ºC durante el cuajado puede ocasionar deformaciones debido al frío, mientras que un clima extremadamente cálido puede acelerar el proceso de maduración y coloración de los frutos. La cantidad mínima de lluvia necesaria en condiciones de secano es de aproximadamente 600 mm.

En climas frescos el cultivo de fresa se desarrolla de manera adecuada entre temperaturas de 15-20 °C promedio, temperaturas diurnas de 15-18°C hasta 25 °C y nocturnos entre 8-10 °C, este siendo un factor importante en la etapa de floración y fructificación para el desarrollo de frutos en la planta, aunque existen variedades capaces de adaptarse a zonas más cálidas (Miserendino, 2012).

4.4.2. Suelo

La fresa es una planta que presenta requisitos rigurosos en cuanto a las propiedades físicas del suelo. Prefiere suelos con una textura suave, bien estructurados y profundos, ya que su sistema radicular tiene una capacidad limitada de penetración en el suelo (Bianchi, 2018).

Según (PROEXANT, 2015) la composición de suelo ideal para el cultivo de fresas se estima en aproximadamente un 50% de arena, un 20% de arcilla, un 15% de calizas y un 5% de materia orgánica.

El cultivo necesita suelos del tipo franco arenoso, la conductividad eléctrica en el suelo debe ser menor a 1 mmhos·cm-1, con una profundidad alrededor de los 80 cm, con altos contenidos de materia orgánica, el suelo debe poseer un buen drenaje con una fertilidad media. El pH requerido por el cultivo de 5.8-7.2 (Sepúlveda *et al.*, 2015).

4.5. Manejo del cultivo

4.5.1. Preparación del suelo

Folquer (1986), dice que el proceso inicial implica la preparación del suelo, que incluye labrar y rastrar el suelo para aflojarlos y mejorar su estructura. Se recomienda añadir entre

20 y 40 toneladas por hectárea de materia orgánica para enriquecer el subsuelo. Posteriormente, se lleva a cabo la nivelación del terreno, asegurándose de que las pendientes no superen el 1%. Se sugiere fertilizar el suelo un año antes de la plantación con 50 kilogramos de nitrógeno y 150 kilogramos de fósforo por hectárea. La aplicación de potasio se determina en función del contenido del suelo.

En el cultivo de fresa, es esencial realizar un trabajo inicial de subsolado a una profundidad de aproximadamente 0.70 metros, seguido de arado y rastrillado de los terrones, obteniendo una capa arable suelta, mullida y bien nivelada. Esto permite que el suelo se desinfecte y se aproveche al máximo el riego por goteo (FAO, 2000).

4.5.2. Acolchado

FAO (2000), menciona que este proceso se lleva a cabo con el objetivo de crear una cama de siembra alta, mullida y bien aireada, que garantice un adecuado drenaje y esté libre de malezas, plagas y enfermedades. Esto favorece un desarrollo radicular óptimo, asegurando que las plantas se encuentren en condiciones ideales y permitiendo una distribución eficaz del riego y fertilización. Las dimensiones recomendadas son: 0.80 a 120 metros de ancho y 20 centímetros de altura. Luego se procede a colocar las cintas específicas para el riego por goteo. Este método de riego ayuda a reducir los costos y facilita la aplicación de productos.

4.5.3. Trasplante

Folquer (1986), señala que en la mayoría de las fincas comerciales, el trasplante de fresas se realiza utilizando raíces desnudas, aunque también puede llevarse a cabo utilizando suelo franco a franco arenoso. Se remueve parte del follaje y se prepara un hoyo profundo de aproximadamente 0.15 metros de profundidad y 0.08 a 0.10 metros de diámetro para asegurar una distribución vertical de las raíces. Se aconseja realizar la siembra al anochecer o en días nublados.

4.5.4. Riego

Infoagro (2010), la fresa es un cultivo que demanda un suministro de agua constante y adecuado, requiere aproximadamente de 2000 mm por cada 6 meses de edad, distribuidos de

manera uniforme a lo largo del ciclo del cultivo. La calidad del agua utilizada también es crucial para el desarrollo óptimo de la planta. El cultivo puede verse afectado negativamente si el agua utilizada presenta concentraciones de sales superiores a 0,8 mmhos/cm, lo que puede resultar en una disminución del rendimiento.

De acuerdo con Agricultura de Colombia (2001), el riego desempeña un papel crucial en la producción de fresas. Dado el uso de coberturas en el suelo, los sistemas de riego más comunes son por aspersión o goteo. En el caso del riego por aspersión, se prefieren los aspersores pequeños que generes gotas finas para evitar cualquier impacto negativo en el proceso de floración.

Folquer (1986), menciona que la fresa requiere niveles óptimos de humedad en el suelo para su desarrollo, pero es muy sensible a los excesos. La humedad del suelo disminuye rápidamente cuando alcanza el 80% de su capacidad de retención de agua. Además, el cultivo de fresas es extremadamente sensible al contenido de sales en el agua de riego.

4.5.5. Poda

La poda en el cultivo de fresa se realizará por dos motivos, para eliminar hojas secas, viejas o que tengan algún daño fisiológico y para evitar la aparición de enfermedades fungosas en el cultivo debido a la humedad que suelen retener las hojas de la planta, de esta manera aireando y evitando que se produzcan daños al cultivo. La poda se debe realizar después de la producción, se recomienda desinfectar los instrumentos que se utilicen para la poda y proceder con cuidado evitando daños en la planta (Llumiquinga, 2017).

Agricultura de Colombia (2001), indica que, debido al patrón de crecimiento de la planta de fresa, que produce constantemente nuevos tallos, la planta tiende a formar una densa agrupación de hojas y ramas muertas, conocida como macolla. Este fenómeno también se ve influenciado por el calor generado por la cobertura de polietileno negro. Como resultado, se acumulan grandes cantidades de hojas y ramas en la macolla. La acumulación de hojarasca en la planta retiene humedad, lo que puede favorecer el desarrollo de hongos en la fruta. Además, dificulta la aplicación efectiva de plaguicidas. Por lo tanto, es necesario realizar una poda de limpieza para eliminar esta hojarasca. Esto no solo aumenta la penetración de la luz y la ventilación en la planta, sino que también acelera su renovación. Además, facilita la aplicación de plaguicidas y ayuda a prevenir el ataque de hongos.

4.5.6. Requerimiento nutricional

La importancia de la fertilización en el cultivo de fresa es un factor vital para el buen desarrollo y producción en el cultivo, siendo este un proceso que empieza desde cuando se prepara el sustrato para la propagación de la planta hasta su establecimiento definitivo en campo, donde los cuidados y las aplicaciones de fertilizantes deben ser programados ayudando al agricultor a obtener la mayor productividad en el cultivo de manera eficiente (Arias *et al.*, 2012).

Es importante implementar un programa de fertilización para suplementar los nutrientes necesarios, mantener la fertilidad del suelo y evitar deficiencias que puedan afectar el crecimiento y rendimiento de la fruta. Dado que el boro (B) y el potasio (K) pueden tener efectos negativos en el crecimiento y rendimiento de la fruta, respectivamente, se debe prestar especial atención a su manejo. Las dosis recomendadas por hectárea son: 150-250 kg de nitrógeno; 90-180 kg P_2O_5 y 270-400 kg K_2O. Además, se recomienda un aporte de 30 toneladas por hectárea de estiércol podrido para mantener la fertilidad del suelo (Mendoza, 2016).

4.5.7. Cosecha y post cosecha

Mitcham *et al.* (2002), mencionan para la cosecha es muy importante tomar en cuenta la apariencia (color, tamaño, forma, ausencia de defectos), firmeza, sabor (sólidos solubles, acidez titulable y compuestos aromáticos) y valor nutricional (Vitamina C). Para un sabor aceptable se recomienda un mínimo de 7% de sólidos solubles y/o un máximo de 0.8% de acidez titulable.

Una vez el fruto alcance su madurez de cosecha entre ½ y ¾ partes de maduración, se procede a su recolección, proceso que se realiza cada tres días. Es recomendable una vez realizada su recolección, sea almacenado en un cuarto frío o cámara fría en temperatura de 0-2°C debido a que el fruto se deteriora en solo ocho horas un 80% (Zambrano, 2013).

Agricultura de Colombia (2001), debido a que la fruta es sumamente susceptible a la descomposición, es crucial cosecharla cada tres días y manipularla con extrema precaución. La manera en que se maneja tanto la plantación como la fruta puede marcar una gran diferencia en el rendimiento de la cosecha. Un manejo adecuado puede determinar si se

cosecha el 90% o sólo el 30% de la fruta que la planta produce. Una fresa recolectada en su plena madurez y expuesta a temperatura ambiente se degrada en un 80% en tan solo ocho horas. Por lo tanto, es crucial recolectarla cuando está entre 1/2 y 3/4 partes de maduración y refrigerarla lo más rápidamente posible en cámaras frigoríficas.

4.6. La fresa en México

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) es altamente solicitada en México y en diversas partes del mundo, especialmente en naciones desarrolladas. En México, la producción alcanza las 9 223 815 toneladas (Romero-Romano *et al*., 2012).

La fresa es uno de los productos que se estableció rápidamente en nuestro país. Su cultivo comenzó en la segunda mitad del siglo pasado, específicamente en el estado de Guanajuato. Inicialmente, la producción que apenas estaba comenzando, se centraba en satisfacer las demandas del mercado nacional. No fue sino hasta el año de 1950 que la importancia de la fresa aumentó considerablemente, esto se debió a la creciente demanda por parte de los Estados Unidos de América (Altamirano, 2004).

Los principales estados productores de fresas frescas como se puede observar en (Figura 1) son Michoacán (431 miles de toneladas), Baja California (123 miles de toneladas), y Guanajuato (79 miles de toneladas) (SADER, 2022).

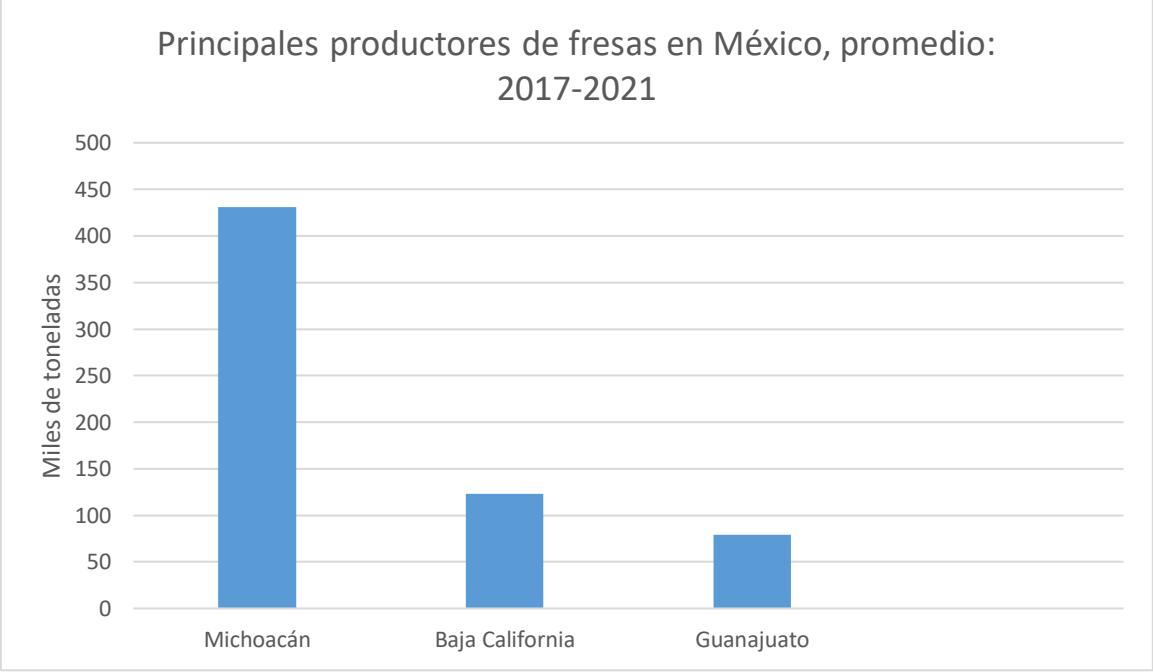

Figura 1. Principales productores de fresas en México, promedio: 2017-2021.

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

4.7. Bioestimulantes

Un bioestimulante se define como cualquier sustancia o microorganismo que se aplica a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia en la nutrición, aumentar la tolerancia a los factores de estrés abióticos y mejorar la calidad del cultivo, sin importar su contenido de nutrientes (López *et al*., 2021).

Según la definición previa, entre las categorías de bioestimulantes se incluyen los extractos de algas marinas y de plantas, hidrolizados de proteínas y otros compuestos que contienen N, las sustancias húmicas, el quitosano y otros biopolímeros, así como bacterias y hongos beneficiosos (López *et al*., 2021).

El uso de bioestimulantes en la agricultura se está volviendo cada vez más común debido a la creciente demanda nutricional de los cultivos de alto rendimiento. El objetivo principal suele ser satisfacer los requisitos nutricionales para activar o retrasar procesos fisiológicos específicos, principalmente en el crecimiento de las raíces, los ápices foliares y las yemas, o para contrarrestar las demandas energéticas (Gómez *et al*., 2008).

4.8. Giberelinas

Fueron descubiertas en los años cercanos a 1930, cuando algunos científicos investigaron algunas fitopatologías de las plantas relacionadas con el arroz. Se observó la asociación del hongo anteriormente conocido como Gibberella fugikuroi como agente causal de la enfermedad “bakanae” en las plántulas de arroz. Esta enfermedad generalmente era causada por la sobreexpresión de la fitohormona giberelina A, que era sintetizada por el hongo y que provocaba un aumento en el crecimiento apical de la planta. Esto resultaba en una morfología delgada en el desarrollo del tallo vegetal. Con el tiempo, algunos científicos lograron aislar y caracterizar diferentes tipos de giberelinas mediante la filtración y purificación de los

metabolitos producidos por estos hongos. Esto llevó a la identificación de tres tipos de giberelinas en la década de 1950, denominadas GA1, GA2 y GA3 (Alcántara *et al.*, 2019*)*.

4.9. Antecedentes

Pérez *et al*. (2014) reportó que el crecimiento vegetativo, reproductivo y producción de frutos en plantas de fresa variedad "Chandler" fueron inferiores en aquellas con la presencia de estolones y sometidas a tres aplicaciones de ácido giberélico. Por el contrario, el número de estolones aumentó con la frecuencia de aplicación del regulador de crecimiento, lo que favoreció la obtención de material para la propagación vegetativa de este cultivo.

González *et al*. (2022) evaluando fertilización foliar orgánica en arbustos de arándano ojo de conejo, mencionan que aspersiones al follaje en dosis de 3% cada 30 días aumentan números de racimos por ramo, número de frutos por racimo, peso de fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial, los sólidos solubles totales en fruto dependieron del tratamiento utilizado y de la época de cosecha.

García *et al.* (2024) evaluando dosis de fertilización foliar en zarzamora tupi mencionan que aplicaciones en concentraciones de 3% aumentan el número de frutos totales de 198 con 2% de Bayfolan a 284 con 3% de Bayfolan, peso de fruto de 5.17 g con 1% de Bayfolan a 5.68 g con 3% de Bayfolan y rendimiento de fruto de 0.79 kilos en el testigo sin aplicación a 1.61 kilos con 3% de Bayfolan.

Kirschbaum *et al*. (2019) evaluando bioestimulantes aplicados al suelo en el cultivo de fresa lograron rendimiento promedio por planta de 192 g en el testigo sin aplicación a 236 g en el tratamiento con enmienda orgánica (rico en ácidos húmicos y fúlvicos extraídos de turbas seleccionadas), el peso promedio de fruto fue de 16.82 g en el tratamiento enmienda orgánica más el producto Biomix a 17.12 g en el tratamiento de enmienda orgánica, dependiendo del tratamiento utilizado se modifica el porcentaje de fruto podrido.

Singh *et al*. (2010) evaluando fertilizantes foliares orgánicos en el cultivo de fresa mencionan que dependiendo del tratamiento y la época de cosecha se modifica el contenido nutrimental en hoja, albinismo en fruto, malformación en frutos, números de frutos por planta, firmeza, color, sólidos solubles totales y acidez.

Pérez *et al*. (2013) evaluando aplicación de ácidos giberélicos al follaje más sustratos en el cultivo de fresa mencionan que el peso de fruto osciló de 5.12 g en el sustrato de vermicomposta más cáscara de arroz más arena más 10 $mg \cdot L^{-1}$ de ácido giberélico a 10.99 g en el tratamiento de suelo mineral más cáscara de arroz más arena sin aplicación de ácido giberélico y los grados brix de 6.38 a 8.79.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

La investigación se llevó a cabo en un invernadero situado en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicada en San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla (Figura 2). Localizada en la Sierra Madre del Este, con coordenadas: 19°52’ Latitud Norte, 97°22’ Longitud Oeste, y a 1617 msnm (INEGI, 2010).

Figura 2. Localización del experimento, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Localidad San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla.
Fuente. Elaboración propia.

5.2. Material vegetal

Se utilizaron plantas de fresa variedad San Andreas de dos años, se seleccionaron plantas sanas y homogéneas en cuanto a número de coronas y flores.

El fruto de esta variedad se caracteriza por un buen sabor, de textura firme y de gran tamaño con un peso de 20 a 25 gramos. Las condiciones adecuadas para esta variedad de fresa son temperaturas entre 12 a 18 °C, en la etapa de floración de 12-18 °C y fructificación

entre 15-24 °C. Humedad relativa necesaria de 70%. Horas luz diarias 12 horas. Se desarrolla bien en suelos con pH de 5.5 a 6.5 (Eurosemillas, 2017).

5.3. Desarrollo del experimento

5.3.1 Poda

Se realizó una poda de sanidad a todas las plantas del invernadero con ayuda de unas tijeras para podar, esto con el fin de disminuir las plagas y mejorar el paso del aire entre las plantas, se quitaron hojas secas y hojas viejas, dejando únicamente la parte central de la planta. Se eliminaron las primeras inflorescencias que brotaron, eliminando también los estolones.

5.3.2 Manejo de plagas y enfermedades

El manejo integrado de plagas y enfermedades se realizó monitoreando cada una de las plantas, realizando de manera preventiva podas de saneamiento cada 20 días de forma manual para evitar enfermedades como Botrytis cinerea, Colleto- trichun sp. y de Trips sp. (Santoyo y Martínez, 2010).

Cada semana se aplicó $2 g \cdot L^{-1}$de Mancozeb como fungicida y Foley Rey 2.5 $mL \cdot L^{-1}$ como insecticida. Los productos se aplicaron de manera foliar con un fumigador de 2L de capacidad de la marca Truper.

5.3.3 Solución nutritiva

La solución nutritiva utilizada fue la solución universal de Steiner al 75%, de acuerdo con las especificaciones en el Cuadro 1, a un pH entre 5.5 – 6.5 y conductividad eléctrica para que oscile de 3 a 3.2 $dS \cdot cm^{-1}$.

Cuadro 1. Solución Steiner al 75 % utilizada en el experimento.

Fertilizante	(g/1200 L)
Fosfato monopotásico	21.4

Sulfato de Potasio	156.6
Sulfato de Magnesio	295.2
Nitrato de Potasio	181.8
Nitrato de Calcio	636
Micros	24

.

5.4.Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue con un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones, utilizando una planta como unidad experimental. Los tratamientos y las dosis se pueden observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Diseño de tratamientos.

Tratamiento	Bioestimulante	Dosis
1	GIBER-PLEX	3 ml/L
2	BIOGIB	0.5 g/L
3	BIOZYME	5 ml/L

Fuente: propia

Las aplicaciones foliares se realizaron partir del 27 de noviembre de 2023, cada 15 días hasta el 6 de enero de 2024, las aplicaciones fueron de forma manual mediante un fumigador de 1 L de capacidad de la marca Truper.

5.5. Descripción de tratamientos

Se utilizaron tres bioestimulantes, dos líquidos y uno granulado en diferentes cantidades, los cuales se describen a continuación.

5.5.1. Biozyme® TF

Es un producto de origen natural clasificado como regulador del crecimiento vegetal. Su formulación a base de extractos de plantas con actividad hormonal más micronutrientes, le

confiere propiedades únicas que a nivel metabólico desencadenan reacciones que promueven la división celular en meristemos, así como la elongación celular y el incremento del área foliar. Es también promotor de la diferenciación celular induciendo más botones florales y más vigorosos, mejora el amarre de flores y con ello mayor número de frutos. Cuando se aplica durante el crecimiento de frutillos induce la formación de más células epidermales con lo que se obtienen frutos de mayor tamaño y consistencia, obteniendo cosechas uniformes y de alta calidad (Arysta, 2018a).

Ingredientes activos. Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas 78.87%: giberelinas 32.2 ppm, ácido indolacético 32.2 ppm, Zeatina 83.2 ppm.

Microelementos 1.86%: Magnesio (Mg) 0.14%, Azufre (S) 0.44%, Boro (B) 0.30%, Fierro (Fe) 0.49%, Manganeso (Mn), 0.12%, Zinc (Zn) 0.37%

Ingredientes inertes: diluyente y acondicionadores 19.27%.

5.5.2. Giber-plex

Es un complejo hormonal a base de giberelinas GA3 potencializado con fósforo y potasio para darle una mayor sinergia. Contiene ácidos orgánicos que promueven una mayor asimilación. Estimula y regula el crecimiento de hortalizas, frutales, granos básicos, leguminosas, etc. Promueve el crecimiento de las células con lo que se desarrollan cultivos de mayor tamaño y gran calidad. En etapas tempranas acelera el desarrollo vegetativo y le da a la planta mayor capacidad en tiempos de estrés. Induce el despertar de yemas o brotes, en ramas y tubérculos (Agroscience, 2014).

Composición: Giberelinas 40 000 ppm, Citocininas 1200 ppm, Aminoácidos 10%, Nitrógeno (N) 2.7%, Potasio (K) 14%, Fósforo (P) 8.5% y Microelementos relacionados 70.8%.

5.5.3. Biogib®

Es un estimulante de crecimiento vegetal hecho a base de ácido giberélico (GA3) que favorece el crecimiento vegetativo mediante la división y/o elongación celular, en las regiones meristemáticas, promoviendo el desarrollo y crecimiento de la planta. Induce el amarre y crecimiento de frutos (Arysta, 2018b).

Composición porcentual. Ácido giberélico (GA3) 10%, diluyentes y acondicionadores 90%.

5.6. Variables evaluadas

5.6.1. Número de frutos

Se contaron el número de frutos totales en todos los cortes por cada tratamiento.

5.6.2. Diámetro de frutos

Se determinó mediante el uso de un vernier digital marca Pie de Rey de seis pulgadas con precisión 0.001 mm, el instrumento se abrió y se colocó en la zona ecuatorial del fruto, para posteriormente observar y anotar la medida del diámetro de cada fruto.

5.6.3. Longitud de frutos

Se midió con el uso de un vernier digital marca Pie de Rey de seis pulgadas con precisión 0.001 mm, el instrumento se abrió y se colocó en los polos del fruto, para posteriormente observar y anotar la medida de la longitud de cada fruto

5.6.4. Forma de fruto

Se determinó con los datos de longitud/diámetro de frutos, donde los valores menores a 1 fueron considerados como frutos achatados, valores mayores a 1 fueron considerados como alargados y valores de 0 fueron considerados como redondos (Martínez *et al.*, 2008).

5.6.5. Rendimiento

Los frutos cosechados por tratamientos fueron pesados uno por uno con una báscula digital de precisión Rhino Babol expresado en gramos. El rendimiento se expresó como la suma del peso de todos los frutos de los cortes evaluados.

5.6.6. Sólidos solubles totales

Las fresas fueron cortadas horizontalmente y exprimidas de tal modo de colocar una gota del jugo en el refractómetro.

5.7. Análisis estadístico

Los análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p=0.05$) se realizaron con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) para Windows.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Número de frutos, diámetro, longitud y forma de frutos.

La media de tres cortes de frutos de fresa presenta diferencias estadísticas para las variables número de frutos, diámetro, longitud y forma de fruto (P≤0.05). El uso de Biozyme presento el mayor número de frutos, Abdulraheem *et al*. (2022) demuestran que la aplicación foliar de Biozyme produce una superioridad significativa en el número de frutos de la planta de fresa (16.35); rendimiento de la planta (340.08 g). También se manifestaron diferencias estadísticas significativas en la longitud y diámetro en frutos de fresa, el bioestimulante Giber plex favoreció ambas variables (26.80 y 38.28 mm, respectivamente) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de frutos, diámetro, longitud y forma de frutos de fresa.

Tratamientos	Número de frutos	Diámetro de frutos (mm)	Longitud de frutos (mm)	Relación longitud de fruto/ diámetro de fruto
T1. Giber plex	6.4 b	26.80 a	38.28 a	1.42 a
T2. Biogib	6.4 b	23.77 b	30.77 b	1.29 ab
T3. Biozyme	11.8 a	26.46 a	34.48 ab	1.29 b
C.V	30.57	5.32	7.14	5.82
DMSH	4.26	2.30	4.15	0.13

Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey (P≤0.05). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.2 Rendimiento acumulado por planta

El tratamiento con Biozyme presentó el mayor rendimiento de fruto acumulado por planta con 113.11 g superando estadísticamente a los demás tratamientos (Figura 3). Checca (2018) quien con la aplicación de citoquininas obtuvo melones con mejor tamaño y peso sin perder la calidad de la fruta de melón, igualmente coinciden con Vásquez y Sarmiento (2021)

quienes indican que la citoquinina llegó a influir en el crecimiento, longitud y peso del racimo de vid.

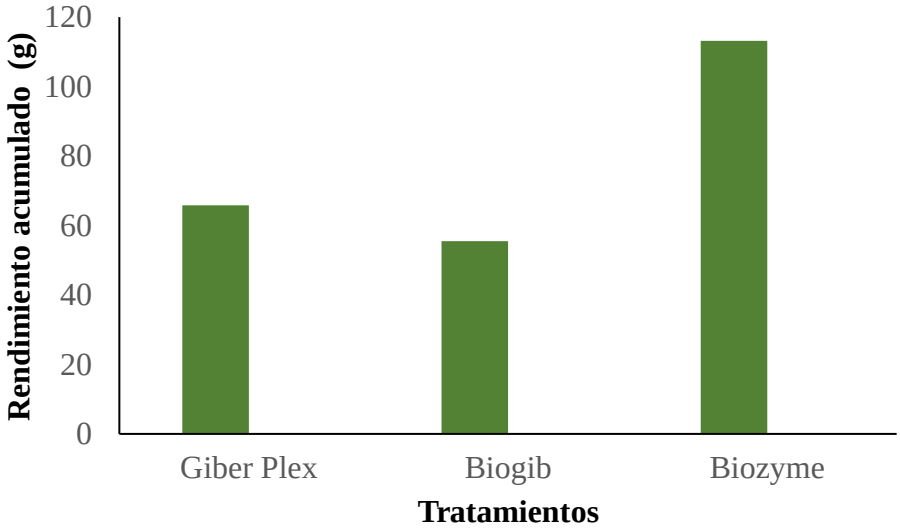

Figura 3. Rendimiento acumulado por planta.

6.3 Peso promedio de fruto

El peso promedio de fruto osciló de 10.28 g en el tratamiento Giberplex a 7.8 g en el tratamiento Biogib con diferencias estadísticas entre tratamientos (Figura 4). Amador-Alférez *et al*. (2013) sugirieron realizar evaluaciones del efecto de fitohormonas en el crecimiento de especies vegetales en diferentes condiciones ambientales y analizar el efecto combinado de reguladores de crecimiento, por ejemplo, ácido giberélico (AG3) y auxinas como el ácido naftalenacético y/o ácido indolacético con la finalidad de conocer más sobre la función de estos compuestos químicos. Ayvar-Serna *et al*. (2015) evaluaron el efecto de la aplicación de diferentes fitohormonas en el crecimiento, sst y rendimiento de jitomate bajo condiciones de invernadero, dentro de las fitohormonas evaluadas incluyeron Biozyme TF y Agromil plus, las cuales promovieron una mayor altura y dt. Sin embargo, las variables rendimiento, sst y diámetro horizontal y vertical del fruto no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

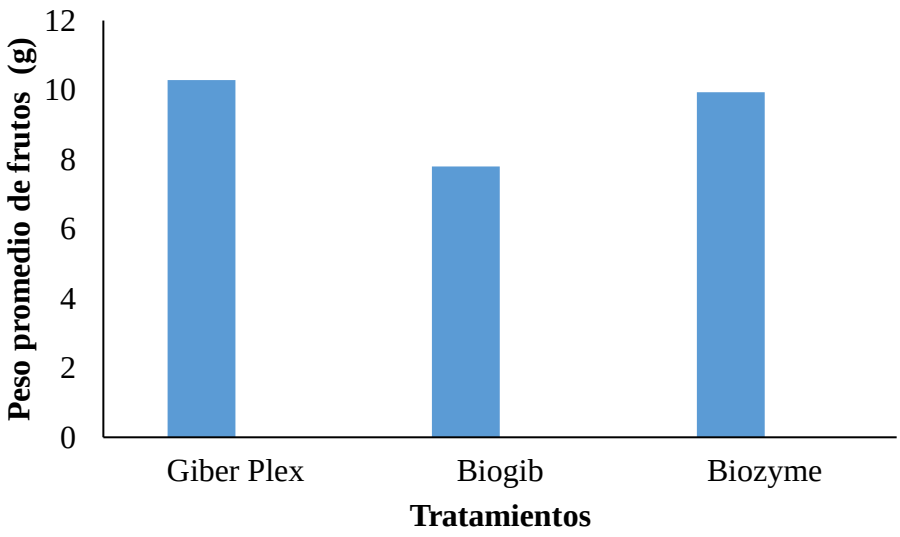

Figura 4. Peso promedio de frutos.

6.4 Grados brix° o solidos solubles totales (SST)

El máximo contenido de sólidos solubles totales alcanzado fue de 8.79 y 7.53 ºBrix (Figura 5), valores que se encuentran dentro del rango considerado adecuado para fresa, ya que valores superiores no afectarían el dulzor durante la maduración (Roudeillac y Trajikovski, 2004; Pérez y Sanz, 2008). Similares valores de SST fueron encontrados por Moccia *et al*. (2007) en una caracterización al momento de la cosecha del cultivar Camarosa sin ningún tratamiento.

Asimismo, Özgüven y Yilmaz (2002), al aplicar tratamientos de 10 a 20 $mg \cdot L^{-1}$ de AG3 en este mismo cultivar hallaron frutos con masa fresca, SST y acidez aceptables, resultados muy similares a los obtenidos en esta investigación.

En referencia a estos resultados obtenidos para grados Brix, no se encontraron diferencias significativas, lo cual coincide con lo mencionado por Casierra y Salamanca (2008) al utilizar ácido giberélico (500, 1500 y 3000 $mg.L^{-1}$) en combinación con nitrato de calcio en aplicaciones en *Fragaria sp.*

Por el contrario, Godínez (2017) informó que en su investigación obtuvo mayor cantidad de grados Brix en el fruto de sandía al aplicar 1200 ppm de ácido giberélico.

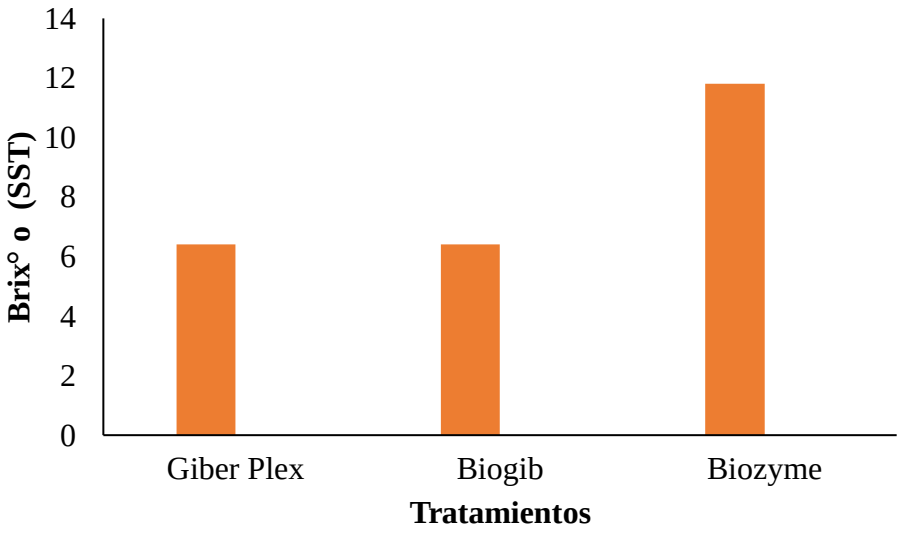

Figura 5. Sólidos solubles totales.

VII. CONCLUSIONES

El mayor número de frutos por planta fue con la aplicación de Biozyme.

El mayor rendimiento de fruto de fresa por planta fue con la aplicación de Biozyme.

El máximo peso de fruto se logró con aplicaciones de Giberplex.

Las aplicaciones foliares con Biozyme lograron el mayor contenido de grados brix en frutos de fresa.

Por los resultados obtenidos se concluye que las aplicaciones al follaje con Biozyme se obtiene fruto con buenas características físicas y químicas.

VIII. LITERATURA CITADA

Abdulraheem A. Obaid, Nazik H. Khalil, Hassan H. Al-Alawy, Alaa Hasan Fahmi. 2022. Effect of planting density, foliar spraying and overlapping system on the growth and productivity using soilless culture system. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 21(8): 506-510.

Agricultura de Colombia. 2001. La fresa. En linea: http://www.angelfire.comia2/ingenieriaagricola/fresa.htm. Consultado: 06/08/23.

Agroscience. 2014. Ficha técnica Giber Plex bioestimulante hormonal foliar. En línea: file:///C:/Users/52222/Downloads/AS-FT-Giber-Plex-.pdf. Consultado: 23/01/24.

Alcántara C. J. S., Acero G. J. D., & Sánchez M. R. M. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Nova 17 (32) 21 p.

Altamirano R. 2004. El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-invierno, en California, Estados Unidos de Norte América. Centro universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tesis de Licenciatura. Guadalajara 72 p.

Amador-Alférez K. A., Díaz-González J., Loza-Cornejo S., y Bivián-Castro Egla Yareth. 2013. Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus* (*Cactaceae*). Polibotánica, (35) pp: 109–131.

Arias, Tautiva, Piedrahita y Chaves. 2012. Evaluación de 3 métodos de control de moho blanco (*Sclerotiniasclerotiorum* (Lib) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa L*). Tesis Licenciatura Colombia: Agronomía Colombia 141 p.

Arysta. 2018a. Ficha técnica Biozyme ® TF. En línea: https://ec.uplonline.com/download_links/eBImxoj8RHcCZ8i9ny7kLvyDO081zDDTHvZRsRIs.pdf. Consultado: 23/01/24.

Arysta. 2018b. Ficha técnica bioestimulante Biogib ®. En línea: https://mx.uplonline.com/download_links/yXNAEXRJvvJKqvpJYsR0uLjimHAzju0cPHzxFz1I.pdf. Consultado: 23/01/24.

Asociación Ecológica del Perú. 2012. Banco de Información Científica del cultivo de fresa. Lima, Perú pp: 24.

Ayvar-Serna S., Mena-Bahena A., Díaz-Nájera J.F. y Maya-Pineda E. 2015. Rendimiento de fruto de la var. Elsa de tomate verde en respuesta a la aplicación de hormonas y fertilizantes foliares. Revista de Energía Química y Física 2(5): 374-378.

Bianchi, P. G. 2018. Guía completa del cultivo de las fresas. Parkstone International. En linea: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AA9dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=origen+de+la+fresa&ots=ixEnUTvhWt&sig=04f67B0Y4GV0VmUiKPu1Le-Lp4I#v=onepage&q=origen%20de%20la%20fresa&f=true . Consultado: 10/10/23.

Bolda M. y Dara K. 2015. Manual de producción de fresa para los agricultores de la Costa Central. Segunda edición. UCCE. California pp: 14-15.

Casierra F. P., Salamanca, R. 2008. Influencia del ácido giberélico y del nitrato de calcio sobre la duración poscosecha de frutos de fresa (*Fragaria sp*.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas *2*(1): 33–42.

Checca J., 2018. Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón *(Cucumis melo L.)*. Grado de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 28 p.

Eurosemillas. 2017. Variedades de fresas. En línea: https://www.eurosemillas.com/es/variedades/fresa/item/27-san-andreas.html . Consultado: 27/06/23.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2000. La fresa. Base de datos estadísticos de la FAO. En línea: https://www.fao.org/faostat/es/#search/fresa . Consultado: 25/06/23.

FAOSTAT (Base de datos estadísticos institucional). 2020. Base de datos estadísticos de la FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/faostat/es/#data. Consultado: 25/01/24.

Folquer F. 1986. La frutilla o fresa. En línea: http://www.agro.unc.edu.ar/~paginafacu/Catedras/oleo/contenidos/apunte-frutilla.pdf . Consultado: 20/11/23.

García L. E., Berdeja A.R, Méndez G.J, Jesuita G., Vazquez C. F., y Enriquez G., F. 2024. Rendimiento y Calidad de Fruto de Zarzamora Tupi con Fertilización. Ciencia Latina 8(1): 6036–6049.

Giampieri F., Álvarez J., Mazzoni L., Romandini S., Bompadre S., Diamanti J., Capocasa F., Mezzetti B., Quiles J., Ferreiro M., Tulipani S., Battino M. 2012. The potential impact of strawberry on human health. NIH 27(4–5), 448–455.

Godínez D L. 2017. Efecto del ácido giberélico sobre el cuaje y rendimiento de sandía personal. Tesis de licenciatura. Universidad Rafael Landívar, ZACAPA, 51 p.

Gómez R.; G. Lázaro y J. A. León. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris L.)* y rábano (*Raphanus sativus L.*) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. Universidad y Ciencia, Trópico Humedo, 24(1): 11-20.

Gonzales J. 2014. Impedancia Bio-Eléctrica como técnica no-destructiva para medir la firmeza de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) y su relación con técnicas convencionales. Tesis Doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia 293 p.

González J. E. J., Berdeja-A., R., G. Jesuita P.M., P. Zaldívar M. 2022. Fertilización foliar orgánica en arándano variedad “ojo de conejo” en Hueyapan, Puebla. Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Guanajuato 4(1):1-13. En Línea:

https://www.researchgate.net/publication/375528948_Fertilizacion_foliar_organica_en_arandano_variedad_'ojo_de_conejo'_en_Hueyapan_Puebla#:~:text=La%20fertilizaci%C3%B3n%20foliar%20en%20el%20cultivo%20de,del%20trabajo%20fue%20evaluar%20dosis%20de%201%2C . Consultado: 01/04/24.

Hinojosa F. 2017. Eficacia de antibióticos en el control del tizón bacteriano (*Xanthomonas spp*) en dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa, D*). En la zona de San Rafael, Cantón Otavalo, Provincia Imbabura. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Babahoyo 78 p.

Hukkanen A., Kokko H., Buchala A., McDougall G., Stewart D., Kärenlampi S., Karjalainen R. 2007. Benzothiadiazole induces the accumulation of phenolics and improves resistance to powdery mildew in strawberries. J. Agric. Food Chem. 55 (5): :1862-70.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010. En línea: https://inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21174.pdf. Consultado: 20/06/23.

Infoagro. 2010. Cultivo de frutilla. En línea: http://www.infoagro.com/abonos/botrytis2.asp. Consultado: 11/08/23.

ITSC (Instituto Tecnologico Superior de Coalcoman). 2018. Manual de Produccion de Fresa en Coalcoman Michoacan. En línea: https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/flujo-multifasico/manual-para-cultivo-de-fresa-en-coalcoman/64419612. Consultado: 20/06/23.

Kirschbaum, D. S., Heredia, A. M., Funes, C. F., & Quiroga, R. J. 2019. Efectos de aplicaciones de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa. Horticultura Argentina, 38(95) : 25-40.

Llumiquinga. 2017. Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo. Tesis de Licenciatura Universidad Central Del Ecuador. Quito,Ecuador 79 p.

López-Padrón I., Martínez-González L., Pérez-Domínguez G., Reyes-Guerrero Y Núñez-Vázquez M., & Cabrera-Rodríguez J.A. 2021. Uso de bioestimulantes en el cultivo del garbanzo. Cultivos Tropicales. En Línea: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193270002013 . Consultado :7/05/2024.

Martínez-Bolaños M., Nieto-Angel D., Téliz-Ortiz D., Rodríguez-Alcazar J., Martínez-Damian Ma. T., Vaquera-Huerta H., y Carrillo M. O.2008. Comparación cualitativa de fresas (*Fragaria x ananassa Duch.*) de cultivares mexicanos y estadounidenses. Revista Chapingo. Serie horticultura, 14(2), 113-119. En línea: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000200003&lng=es&tlng=es. Consultado: 14/02/24.

Mendoza D. 2016. Control de ácaros mediante la aplicación de *Bacillus subtilis* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*). En línea: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24013 . Consultado: 17/01/24.

Miserendino E. 2012. Frutillas implantación del cultivo en Patagonia. INTA (ed.). Río Negro, Argentina: Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. pp: 2.

Mitcham E. Crisosto C. Kader A. 2002. La fresa. En línea: http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol /Fresa.shtml . Consultado: 21/11/23.

Moccia S., E. Mónaco, A. Oberti y A. Chiesa. 2007. Evaluación comparativa de índices de calidad a cosecha en seis variedades de frutilla. (*Fragaria x ananassa, Duch*). *In:* V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones. Cartagena-España. pp: 432- 441.

Moreno, W. 2011. Aplicación de dos fosfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca L.*). En línea: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/877/1/Tesis_t002agr.pdf . Consultado: 19/01/24.

Muñoz S. y Naranjo L. 2012. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y estudio de los atributos de calidad en el comportamiento poscosecha de dos variedades de frutilla (*Fragaria chiloensis*) en la provincia de Imbabura. Tesis de pregrado. En línea: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1968/1/03%20EIA%20321%20TESIS%20CARACTERIZACI%c3%93N.pdf . Consultado: 14/03/24.

Özgüven A. y C. Yilmaz. 2002. The effect of gibberellic acid treatments on the yield and fruit quality of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Camarosa. Acta Horticulturae 567: 277- 279.

Patiño D. I., García E. L., Barrera E., Rodríguez H. D., Arroyave I. C., Quejada O. 2014. Manual técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas agrícolas. Departamento de Antioquía (ed.). Primera edición. Medellín, Colombia. 115 p.

Pérez A.G. y C. Sanz. 2008. Técnicas de poscosecha, manejo, almacenamiento y transporte de frutos. *In*: La fresa de Huelva. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca (ed.). España. 247 p.

Pérez C., Mogollón N., Ojeda M. y Giménez A. 2011. Producción y calidad de frutas provenientes de vitroplantas de fresa cultivar Chandler tratadas con ácido giberélico. J. Interamer. Soc. Trop. Hort. 54: 91-94.

Pérez C., Ojeda M., Mogollón N., Giménez A., Suárez E. 2014. Efecto de la frecuencia de aplicación del ácido giberélico y la presencia de plantas hijas sobre el crecimiento y producción del cultivo de fresa. *Rev. Fac. Agron* (Supl 1): 54-64.

Pérez C., Ojeda M., Mogollón N., Giménez A., y Suárez E. 2013. Efecto de diferentes sustratos y ácido giberélico sobre el crecimiento, producción y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) CV. Camarosa Bioagro. 25 (1): 31-38.

PROEXANT (Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales). 2015. Cultivo de fresa. En línea: http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf. Consultado: 09/08/23.

Rojas C. 2008. Botánica Sistemática, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima, Perú. Cátedra de Botánica Sistemática 242: 68-69.

Romero-Romano C. O. Ocampo-Mendoza J. Sandoval-Castro E. y Tobar-Reyes J. R. 2012. Fertilización orgánica-mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria* x *ananassa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai. 8(3):41-49.

Roudeillac P. y K. Trajikovski. 2004. Breeding for fruit quality and nutrition in strawberries. Acta Horticulturae. 649: 55-59.

SADER (Secretaría de Agricultura Desarrollo Rural). 2022. ¿Qué quiere la niña fresa? México y su producción nacional. En línea: https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-quiere-la-nina-fresa-mexico-y-su-produccion-nacional . Consultado: 07/02/24.

Salisbury F. y Ross C. 2000. Hormonas y reguladores de crecimiento: Auxinas y Giberelinas. Ed. Paraninfo. Madrid. 277 p.

Santoyo J. y Martínez C.2010. Paquete tecnológico para la producción de fresa. Inf. téc. Sagarpa. En línea: https://bit.ly/32HQLJn. Consultado: 25/07/23.

Sepúlveda P., Correa A. y Délano G. 2015. Cultivo de Frutilla, en una realidad sin bromuro de metilo. Santiago de Chile. ONUDI (ed.). 148 p.

Shirko R, Nazarideljou M., Akbar M., Naser G. 2018. Photosynthetic reaction, mineral uptake, and fruit quality of strawberry affected by different levels of macronutrients. Journal of Plant Nutrition 41:1807-1820.

SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2019. Modulo agrícola estatal del SIACON-NG. México: SIAP-SADER. En línea: https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430. Consultado: 06/ 03/24.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Cierre de la producción agrícola por estado. Cultivo: fresa. En

línea: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Consultado: 05/02/24.

Singh R., R. K. Gupta, R. T. Patil, R. R. Sharma, R. Asrey, A. Kumar, K. K. Jangra. 2010. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Scientia Horticulturae 124:34-39.

Tagliavini M., Baldi E., Lucchi P., Antonelli M., Sorrenti G., Baruzzi G., Faedi W. 2005. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria×Ananassa* Dutch) grown in soil and soilless culture. European Journal of Agronomy. 23 (1): 15-25.

Tehranifar A. y Battey N. 1997. Comparison of the effects of GA3 and chilling on vegetative vigour and fruit set in strawberry. Acta Hort. 439: 627-631.

Thakur S., Mehta K., Sekhar R. 2015. "Effect of GA3 and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, yield and fruit quality of strawberry, *Fragaria x ananassa* Duch cv Chandler". International Journal of Advanced Research 3(11): 312- 317.

Vásquez L. y Sarmiento D. 2021. Evaluación del efecto de citoquininas y giberelinas en la producción y calidad de uva (*Vitis vinifera var*. Marroo Seedless). En línea: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/24123 . Consultado: 23/03/24.

Zambrano M. 2013.Cultivos Hidropónicos, Nuevas técnicas de Producción. En Tesis de Licenciatura. Madrid, España. Vancouver: Departamento de Ciencia de las Plantas. Universidad de la Columbia Británica. pp: 93.

Oficio No. FCAyP/338/2024

Arturo Iván Hernández Romero
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P R E S E N T E

Con base en el dictamen emitido por el M.C. Fabiel Vázquez Cruz **(Director de Tesis)**, Dra. Carmela Hernández Domínguez (**Asesora**), Dr. Luis Antonio Domínguez Perales (**Asesor**) y Dr. Raúl Berdeja Arbeu (**Asesor**) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la elaboración digital de la tesis titulada:

Aplicaciones foliares de bioestimulantes en plantas de fresa cultivadas bajo limitación de nutrientes

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agrohidráulica.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

A t e n t a m e n t e
"Pensar bien, para vivir mejor"
San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 17 de Mayo de 2024.

Dr. Armando Ibáñez Martínez
Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm

Revision 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

39%	38%	9%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repo.uta.edu.ec Fuente de Internet	4%
2	mx.uplonline.com Fuente de Internet	3%
3	repositorioinstitucional.buap.mx Fuente de Internet	3%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
5	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	3%
6	www.ucla.edu.ve Fuente de Internet	2%
7	Saul Sánchez-Mendoza, Angélica Bautista-Cruz. "Efecto de fertilizantes de liberación lenta y fitohormonas en el crecimiento de Agave angustifolia Haw.", Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, 2022 Publicación	2%