BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

CALIDAD DE LA FLOR DE *Euphorbia pulcherrima* WILLD. EX KLOTZCH (NOCHEBUENA), MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

PRESENTA:
DENIZ CRISTINA LUCAS LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:
DR. JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, DICIEMBRE DE 2019

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

CALIDAD DE LA FLOR DE *Euphorbia pulcherrima* WILLD. EX KLOTZCH (NOCHEBUENA), MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

PRESENTA:
DENIZ CRISTINA LUCAS LÓPEZ

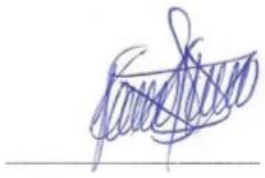
DIRECTOR DE TESIS:
DR. JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA

ASESORES:
M. C. GLORIA VÁZQUEZ HUERTA
M. C. MARÍA DEL ROSARIO HERNÁNDEZ TAPIA

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, DICIEMBRE DE 2019

La presente tesis titulada: **Calidad de la flor de *Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzch (nochebuena), mediante la aplicación de bioestimulantes.** Realizada por la alumna **DENIZ CRISTINA LUCAS LÓPEZ**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA

Consejo particular integrado por:	Firma
Director: Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna	
Asesora: M. C. Gloria Vázquez Huerta	
Asesora: M. C. María del Rosario Hernández Tapia	

Tetela de Ocampo, Puebla, diciembre de 2019

El presente trabajo forma parte del grupo de investigación: **''Sistemas Agroforestales y Agrícolas Sostenibles'' BUAP-CA-234 y de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: Agroforestería y Manejo Integrado de Cultivos.** Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

AGRADECIMIENTOS

A Padre Jesús y a la Santísima Virgen de Guadalupe, por estar siempre en mi mente y en mi corazón, por darme salud, sabiduría y entendimiento de haber aprovechado las oportunidades que el camino de la vida me brindó para lograr esta meta y por todas las bendiciones recibidas.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por ser mi *Alma Mater*, por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente en sus aulas, y por transmitirme los conocimientos necesarios. Gracias por haber formado parte de esta gran familia.

A mi familia, por haberme apoyado en los buenos y malos momentos, por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mayor herencia.

Al Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna, a la M. C. Gloria Vázquez Huerta y la M. C. María del Rosario Hernández Tapia por haber mostrado interés por mi trabajo y darme la oportunidad de ser su tesista, por brindarme su apoyo incondicional por transmitirme su conocimiento, sabiduría y experiencias no solo en el aula si no también fuera de ella, pero sobre todo por brindarme su amistad.

A mis maestros por haber dedicado su tiempo para transmitir sus conocimientos durante mi estancia en la universidad, por haberme dado la orientación y el seguimiento para poder concluir con esta etapa.

A mis compañeros Yonathan, Eduardo, Ana, Jimena, Ángeles, Elisa, Martin, Miriam, Noé, Raúl, Salvador, Brenda, Héctor y Rodolfo, así como a mis amigas Vero, Bless, José y Margarita, por la ayuda que me han brindado a lo largo de estos años, por compartir alegrías y tristezas: pero sobre todo por su amistad, cariño, apoyo y todas esas locuras que vivimos lo cual no tiene precio, gracias por todo su tiempo y su comprensión.

A todas aquellas personas que me encontré durante la estancia en la universidad, gracias por esas experiencias buenas y malas que la vida me brindó junto a ustedes, me quedo con el mejor de los recuerdos de cada uno.

A mi novio Simón por el apoyo incondicional que siempre me brindó en las buenas y malas, por estar siempre al pendiente de mí, por ser quien me motivo cada día.

DEDICATORIAS

A mis padres **Demetrio Lucas Cortes †** y **María Victoria López Segura**, con cariño y amor por guiarme en el transcurso de mi vida, por haberme inculcado valores que me hacen mejor persona cada día, por la confianza que un día depositaron en mí, porque a pesar de las adversidades aun así estuvieron a mi lado. Gracias por sus consejos y oraciones que me mantuvieron con la fé de derribar muros y escalar montañas hasta llegar a la meta.

A mis hermanos **Fide y Deme**, por estar siempre conmigo y por el apoyo tan grande que me brindaron sin pedir nada a cambio y por estar presente cuando los necesitaba a lo largo de mi estudio profesional, gracias por ser los mejores hermanos y amigos, por todo lo bello que compartimos.

A mi hermana **Gaby**, por el gran apoyo que me brindaste, por estar conmigo en las buenos y malos momentos por escucharme y ser mi confidente, por desearme éxito, esperanzas y motivándome siempre a seguir adelante.

A mis abuelitas **Esperanza Cortes** y **Victoria Segura** por apoyarme siempre, por aconsejarme y motivarme día con día.

A mis tíos y tías por enseñarme a valorar tantas cosas de la vida, por apoyarme cuando lo necesite, por esa confianza que me brindaron. porque siempre tuvieron las mejores palabras para aconsejarme cada que tuve fracasos, porque me motivaron a seguir adelante y echarle ganas,

A mis primos y primas por apoyarme y brindarme su cariño y amistad, por esas aventuras que vivimos.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN…….……..	xii
SUMMARY…….	xiii
1. INTRODUCCIÓN……	1
1.1. Planteamiento del problema…….....	2
1.2. Objetivos……	3
1.3. Hipótesis……	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA ……..…….	4
2.1. Importancia económica de *Euphorbia pulcherrima*……..…….	4
2.2. Historia y origen.....……...	6
2.3. Clasificación taxonómica..…….…….....	7
2.4. Nombres comunes en México…….....	8
2.5. Descripción botánica ……...	8
2.6. Requerimientos climáticos y edáficos……	10
2.7. Sistemas de producción……..	12
2.7.1. Manejo de la planta madre…….....	12
2.7.2. Enraizamiento del esqueje……...	13
2.7.3. Trasplante…….....	13
2.7.4. Espaciamiento de la planta……...	14
2.7.5. Inducción floral……	15
2.7.6. Floración…….....	15
2.8. Prácticas culturales en el desarrollo de *Euphorbia pulcherrima* ……	16
2.8.1. Riego……	16
2.8.2. Poda…….	17
2.8.3. Fertilización…….	18
2.9. Bioestimulantes……..…….	21
2.9.1. Definición…….…..…….	21
2.9.2. Método de aplicación de los bioestimulantes ……..……	21

2.9.3. Clasificación de los bioestimulantes……..…….. 23

3. MATERIALES Y MÉTODOS……..... 26
3.1. Ubicación del experimento…… 26
3.2. Material vegetal ……..…… 27
3.3. Descripción del experimento……. 28
3.4. Tratamientos y diseño experimental……....……..... 30
3.5. Variables de respuesta…….…….. 33
3.6. Análisis estadístico……..... 34

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN…..……...…… 34
4.1. Calidad de flor (área de brácteas y materia seca de brácteas) en *Euphorbia pulcherrima*…….. 34
4.2. Calidad de planta (tasa de crecimiento, área foliar y materia seca) en *Euphorbia pulcherrima*…….. 39

5. CONCLUSIONES…… 45

LITERATURA CITADA…….…….... 46

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Espacio recomendado para el acomodado de las plantas de *Euphorbia pulcherrima* ……...	15
2	Calidad del agua de riego para las plantas de *Euphorbia pulcherrima* …...	17
3	Funciones de macronutrimentos presentes en la nutrición de *Euphorbia pulcherrima*……	20
4	Ejemplo de bioestimulantes usados en diferentes cultivos…….	22
5	Tratamientos evaluados en el experimento con *Euphorbia pulcherrima* en Tetela de Ocampo……..……	30

LISTA DE FIGURAS

Figura **Página**

1 Principales estados productores de la flor de *Euphorbia pulcherrima* en México (SAGARPA, 2016)……..……..…..... 5

2 Ubicación geográfica del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla (INEGI, 2014)……...…… 26

3 Plantas de *Euphorbia pulcherrima* antes de la aplicación de los bioestimulantes…..……..….... 27

4 Arreglo de tratamientos del experimento con *Euphorbia pulcherrima* (T_n= tratamientos y R_n= repeticiones)…….. 32

5 Área de brácteas de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para el área de brácteas con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas……. 36

6 Materia seca de brácteas de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para la materia seca de brácteas con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas. 38

7 Tasa de crecimiento de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para tasa de crecimiento con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas……. 40

8 Área foliar de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para el área foliar con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas…….... 42

9 Materia seca de la planta de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para la materia seca de la planta con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas…… 44

CALIDAD DE LA FLOR DE *Euphorbia pulcherrima* WILLD. EX KLOTZCH (NOCHEBUENA), MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES

RESUMEN

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima)* es una planta nativa de México con importancia económica en el sector ornamental, teniendo una alta demanda en la época navideña. Actualmente no se encuentran estudios relacionados con la nutrición de esta especie, por lo que es necesario generar información sobre los macronutrimentos y micronutrimentos que se requieren, así como ayudar a disminuir los costos en fertilizantes, evitando la contaminación ambiental y manteniendo la calidad de la planta. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes bioestimulantes comerciales para obtener una mejor calidad de flor de *Euphorbia pulcherrima*. El experimeto se establecio en un huerto de traspatio bajo una cubierta de plástico, en la colonia El Edén, Tetela de Ocampo, Puebla: se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con 10 repeticiones. La fertilización aplicada fue 12 mL o 12 g de los diferentes bioestimulantes comerciales (T_1: Supra start®, T_2: Biozyme®, T_3: Nautilus®, T_4: Agribat® y T_5: Testigo) diluidos en 200 mL de agua; hecha la mezcla se aplicaron vía radical 10 mL cada ocho días, en la etapa de desarrollo vegetativo y hasta inicio de antesis. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) haciendo una comparación de medias con el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). La mayor tasa crecimiento (6.40 cm) y área foliar (2235 cm^2) se obtuvieron en plantas que crecieron con el testigo, la mayor área de brácteas (1938 cm^2) se obtuvo con la fertilización de Biozyme® y la materia seca de brácteas (10.824 g) y de la planta (42.736 g) se obtuvieron en las plantas que fueron fertilizadas con Agribat®. Es recomendable la aplicación de Biozyme® en la producción de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) debido a que este fue el tratamiento que genero mayor área de brácteas que es lo que nos interesa ya que es la parte llamativa a la hora de adquirirla.

Palabras clave: nutrición, tasa de crecimiento, área foliar, bráctea.

FLOWER QUALITY OF *Euphorbia pulcherrima* WILLD. EX KLOTZCH (POINSETTIA), BY THE APPLICATION OF BIOSTIMULANTS

SUMMARY

Sun poinsettia *(Euphorbia pulcherrima)* is a plant native to Mexico with economic importance in the ornamental sector, having a high demand at Christmas time. Currently there are no studies related to the nutrition of this species, so it is necessary to generate information on the macronutrients and micronutrients that are required, as well as help reduce fertilizer costs, avoiding environmental pollution and maintaining the quality of the plant. The objective of this work was to evaluate different commercial biostimulants to obtain a better quality of *Euphorbia pulcherrima* flower. The experiment was established in a backyard orchard under a plastic cover, in the colony El Eden, Tetela de Ocampo, Puebla: it was carried out under an experimental design of completely randomized blocks with 10 repetitions. The fertilization applied was 12 mL or 12 g of the different commercial biostimulants (T_1: Supra start®, T_2: Biozyme®, T_3: Nautilus®, T_4: Agribat® and T_5: Witness) diluted in 200 mL of water; Once the mixture was made, 10 mL was applied radical every eight days, at the stage of vegetative development and until the beginning of the antecedent. The data obtained were subjected to an analysis of variance (ANOVA) making a comparison of means with the Tukey method ($\alpha \leq 0.05$). The highest growth rate (6.40 cm) and leaf area (2235 cm^2) were obtained in plants that grew with the control, the largest area of bracts (1938 cm^2) was obtained with the fertilization of Biozyme® and the dry matter of bracts (10,824 g) and from the plant (42,736 g) were obtained in plants that were fertilized with Agribat®. The application of Biozyme® is recommended in the production of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) because this was the treatment that generated the largest area of bracts that is what interests us since it is the striking part when it comes to acquiring it.

Key words: Nutrition, growth rate, leaf area, bract

1. INTRODUCCIÓN

La floricultura es una disciplina que consiste en cultivar diferentes tipos de flores y plantas ornamentales de manera industrializada con fines decorativos, así como para la obtención de cosméticos y para la elaboración de diferentes medicamentos. Con el paso del tiempo esta actividad se ha convertido en una de las más rentables dentro de la producción agrícola, ya que genera una alta demanda en el mercado a nivel nacional e internacional, ya sea con las flores de corte, plantas ornamentales, follaje y/o bulbo.

La producción de flores aporta muchas ventajas gracias a la relevancia que tiene a nivel mundial, es posible desarrollar un mercado que ayude a impulsar la economía, no sólo de los productores sino también del país. Es una actividad que genera empleos, lo que le permite convertirse en una industria rentable, que además protege y mejora el ambiente.

La flor de *Euphorbia pulcherrima* representa un producto rentable y exclusivo en temporada navideña debido a que es la más conocida y apreciada por todas las culturas y los países que festejan navidad, además de que es una planta muy llamativa por el color y la forma de sus brácteas.

En México la producción de *Euphorbia pulcherrima* se ha incrementado notablemente debido a la demanda que tiene en la época navideña de acuerdo con la gran variedad de colores, tamaños y formas de estas planta, por lo que es necesario considerar los factores que se requieren para su producción como son: la selección del sustrato y la fertilización, ya que estos influyen en la calidad de la flor, cantidad de hojas y área foliar, tamaño de flores y obtención de colores más firmes, además de favorecer el crecimiento del sistema radical, características de suma importancia que busca el productor.

El municipio de Tetela de Ocampo, ubicado en la zona de climas templados de la Sierra Norte de Puebla, ofrece condiciones favorables para la producción de flores, que además pueden representar un ingreso económico generando empleos y diversificación a los pobladores.

En esta investigación se compararon diferentes bioestimulantes comerciales aplicados desde el crecimiento vegetativo hasta la antesis en plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch); en las condiciones de Tetela de Ocampo para verificar si alguno de ellos propicia una mayor calidad en la flor. El experimento se estableció en un huerto de traspatio bajo una cubierta de plástico. Para lo cual, se evaluó en cada unidad experimental (una planta), el área foliar y de brácteas, la materia seca de la planta y de las brácteas; así como de la tasa de crecimiento, a partir de la biomasa seca final menos la inicial de la planta de nochebuena completa en los 120 días de duración del experimento.

Por lo cual, la estructura metodológica y el contenido de esta investigación se encuadró en el protocolo tipo EXPERIMENTO; dado que sus dicotomías en la matriz de clasificación de la investigación científica, corresponden a lo siguiente: fue **experimental** porque se modificó a voluntad una o más variables del fenómeno estudiado (diferentes bioestimulantes en la calidad floral de nochebuena); donde el aspecto fundamental de este tipo de estudio, fue la asignación completamente al azar de las diversas variantes del factor causal. Fue **prospectivo** porque toda la información se obtuvo, de acuerdo con los criterios del investigador y para los fines específicos de la investigación (calidad de la flor de nochebuena), después de planear dicha investigación. Fue **longitudinal** porque las mediciones en las variables de respuesta se hicieron en varias ocasiones (durante cuatro meses que duró la investigación); lo cual implicó un seguimiento para estudiar el efecto de los bioestimulantes en la calidad de la flor de nochebuena. Fue **comparativo** de causa a efecto, porque se estudió el factor causal (bioestimulantes comerciales) con más de dos tratamientos, evaluando variables para contrastar hipótesis; por lo tanto, se trató de un diseño con experimento clásico.

1.1. Planteamiento del problema

¿Serán los bioestimulantes comerciales Supra start®, Biozyme®, Nautilus® y Agribat®, una alternativa para obtener mayor calidad en la flor de *Euphorbia pulcherrima* (nochebuena) en las condiciones bioclimáticas de Tetela de Ocampo, Puebla?

1.2. Objetivos

- Determinar si los bioestimulantes comerciales propician mayor calidad en la flor (área de brácteas y materia seca de brácteas) de *Euphorbia pulcherrima*.

- Analizar la respuesta en la tasa de crecimiento, el área foliar y materia seca en plantas de *Euphorbia pulcherrima* mediante la aplicación de bioestimulantes comerciales.

1.3. Hipótesis

- Si se aplica algún biostimulante comercial a las plantas de *Euphorbia pulcherrima* durante el desarrollo vegetativo, entonces se obtendrán flores de mayor calidad.

- Si se aplican bioestimulantes comerciales en plantas de *Euphorbia pulcherrima* hasta la pigmentación de brácteas, entonces será mayor la producción de materia seca, así como la tasa de crecimiento.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia económica de *Euphorbia pulcherrima*

En México, el cultivo de *Euphorbia pulcherrima* se ha incrementado de manera sorprendente, convirtiéndose en un cultivo de importancia tanto cultural, como económica; en el 2013, fue la principal especie ornamental cultivada, con más de 15 millones de plantas; su valor fue de 416 millones de pesos que representó 6.7 % del valor de venta total de las ornamentales (SIAP, 2017). Por lo tanto, es necesario poner énfasis en el estudio de los factores que influyen en su producción, tales como: la selección del sustrato, la fertilización, nuevas variedades y nuevos productos que mejoren la calidad de la flor (Pineda-Pineda *et al*., 2008).

De acuerdo con estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) se anunció que entre 2014 y 2015 se registró un incremento de 13.9 % en la producción de *Euphorbia pulcherrima*, pasando de 14.6 millones de plantas a 16.7 millones lo que representó más de un millón de unidades disponibles para los consumidores mexicanos, y en 2016, México produjo 17.5 millones de plantas de *Euphorbia pulcherrima* (SIAP, 2017).

La *Euphorbia pulcherrima* se cultiva en su gran mayoría en invernadero, actividad que genera 3,200 empleos directos y alrededor de 9,600 indirectos. Por lo que, se estima que el valor de la producción de *Euphorbia pulcherrima* en el país es de 477 millones 310 mil pesos, cifra arrojada tan sólo por las seis principales entidades productoras de flor de *Euphorbia pulcherrima*: Morelos con un volumen de 5.7 millones de plantas; Michoacán con cuatro millones; Ciudad de México 3.1 millones; Puebla 1.4 millones; Jalisco 1.3 millones y Estado de México, 883 mil plantas (Figura 1); actividad que involucra a más de 2,000 productores (SAGARPA, 2016).

Figura 1. Principales estados productores de la flor de *Euphorbia pulcherrima* en México (SAGARPA, 2016).

La entidad poblana tiene una representatividad importante en la producción, ya que de acuerdo al avance del ciclo 2016 que registró la SAGARPA, Puebla pasaría a ocupar el 3er lugar a nivel nacional en la producción de la ornamental. Para ese año se estima que Puebla alcance una producción total que supere el 1,521,152 plantas de *Euphorbia pulcherrima*, siendo los municipios de Atlixco, Huauchinango, Zihuateutla, Chiconcuautla, Hueytamalco, Xicotepec y Tlaola los principales productores (SAGARPA, 2016).

En lo que se refiere a la superficie, este cultivo se cosecha en 246 hectáreas, de ellas, 94.9 hectáreas corresponden al estado de Morelos; 54 a Michoacán; 41.4 a Puebla; 26.4 a la Ciudad de México; 15.3 hectáreas a Jalisco y 14.1 hectáreas al Estado de México, obteniendo un rendimiento promedio de 50,000 plantas / ha. Del total de la producción nacional se exportan 140 toneladas a los Estados Unidos, España, Japón, Holanda y otros países, ya sea en forma de bulbos o esquejes (SAGARPA, 2016). La flor de *Euphorbia pulcherrima* es una planta

ornamental de importancia cultural en México y es demandada a partir del día de Acción de Gracias hasta Año Nuevo. En el mercado los precios oscilan desde los $15 a $200 MXN, según su variedad, tamaño y punto de venta. El 90 % de la producción y consumo es roja, el 5 % es blanca o amarilla y el resto, rosa, rosada o marmoleada, como producto de la modificación genética a la planta (SAGARPA, 2016).

2.2. Historia y origen

Euphorbia pulcherrima también conocida como flor de pascua, flor de navidad, estrella de navidad o poinsettia, es originaria de México; mismo que ocupa uno de los primeros lugares en biodiversidad en el mundo, y en pleno siglo XXI se ha logrado colocar como uno de los principales símbolos y plantas navideñas internacionales (Cortes-Vivar, 2007; Trejo *et al*., 2012). Aunque México es el centro de origen de esta planta, la producción de nochebuena depende de las variedades generadas en otros países (Vargas-Araujo *et al*., 2017).

Las plantas del género *Euphorbia* se caracterizan por tener una flor femenina, sin pétalos y usualmente sin sépalos, rodeada por flores masculinas individuales. Estas pequeñas flores están encerradas en una estructura en forma de copa denominada ciato hermafrodita; también pueden tener ciatos femeninos y masculinos. Las estructuras vistosas de la *Euphorbia pulcherrima* son hojas modificadas llamadas brácteas, estas pueden ser rojas, rosas y blancas en diferentes tonalidades o combinaciones de colores, pero como son parecidas a hojas en vez de ser verdaderos pétalos, tienen un promedio de vida muy largo (Shanks, 1980; Recanses y Flores, 1983).

Los Aztecas la cultivaban desde antes de la llegada de los españoles y le llamaban "Cuetlaxóchitl", que en náhuatl significa "flor de piel" o "flor de cuero", por la apariencia de las brácteas. Debido a su color brillante, para los aztecas la flor era símbolo de pureza. Sin embargo, le daban usos prácticos a la planta, ya que extraían de las brácteas una tinta de color rojo púrpura y el látex lo usaban para preparar una medicina que contrarrestaba la fiebre (Saldaña, 1992). *Euphorbia pulcherrima* era muy apreciada por los Reyes Netzahualcóyotl y Moctezuma, debido a que representaba para ellos el símbolo de la pureza (Quintanar, 1961; Martínez, 1979).

La planta de *Euphorbia pulcherrima* fue introducida a los Estados Unidos por su primer embajador Joel Robert Poinsett en el año de 1825, que la llevó a su casa para adaptarla y cultivarla, y posteriormente fue distribuida entre sus amigos. Uno de ellos fue Jhon Bartrom de Filadelfia quien a su vez promovió las plantas a un viverista llamado Robert Buist que fue el primero en llamarla *Euphorbia poinsettia* en honor del introductor, dándole así el nombre común de poinsettia en los Estados Unidos y por este hecho, a nivel internacional, incluyendo varios países de habla hispana, la planta es conocida con el nombre de "Poinsettia" (Everett, 1981).

La *Euphorbia pulcherrima* se encuentra en estado silvestre en áreas geográficas bien definidas de México, desde los 0 hasta los 2000 msnm (Steinmann, 2002). La nochebuena en su lugar de origen evoluciona de manera natural y responde a las condiciones ambientales de la localidad (Qualset *et al*., 1997).

2.3. Clasificación taxonómica

Según Martínez (1995), la nochebuena tiene la siguiente clasificación taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malpighiales
Familia: Euphorbiaceae
Subfamilia: Euphorbioideae
Tribu: Euphorbieae
Subtribu: Euphorbiinae
Género*: Euphorbia*
Especie*: Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch

2.4. Nombres comunes en México

En México la planta de *Euphorbia pulcherrima* recibe una diversidad de nombres comunes y gozan de gran aceptación como planta de ornato y medicinal; Bandera (Durango), Bebeta (Veracruz), Santa Catalina (Oaxaca), Cuetlaxóchitl (Lengua Azteca), Flor de Pascua (Michoacán, Guerrero y Chiapas), Guletina (Lengua Zapoteca Oaxaca), Lipa-quepujua (Lengua Chontal Oaxaca), Pasto (Lengua Totonaca, Región el Tajín Veracruz), Uanipeni (Michoacán), Pascuaxóchitl (Dialecto Mexicano Tetelcingo, Morelos) (Quintanar, 1961; Martínez, 1979).

2.5. Descripción botánica

La planta de *Euphorbia pulcherrima* es de tipo arbustiva que mide entre 3 y 5 m de altura, es una planta caducifolia, sus hojas son simples, dispuestas de manera alterna, de forma ovada a elíptica. La parte estructural importante es que las brácteas son de diferentes tamaños, formas y colores, y estas rodean a las flores. Su desarrollo natural se da en climas cálidos y húmedos encontrándose en lugares como cañadas y barrancas. Su distribución comprende la región norte del estado de Guerrero hasta sus dos costas, litoral que comprende los límites del estado con el Océano Pacífico (Cortes-Vivar, 2007; Vleeschower, 2008).

Sus componentes botánicos estructurales son:

♦ Raíz. Es de forma típica presentando ramificaciones primarias, secundarias, etc., con presencia abundante de pelos absorbentes, muy vigorosa y dependiendo de la disponibilidad de humedad fuera de la maceta estas pueden extenderse pudiendo causar un completo desequilibrio del tamaño planeado, y al ser retiradas se rompen las raíces y presentan consecuencias indeseables, ya que son sensibles a la poda de raíces (López, 2012; Ballinas, 2014).

♦Tallo. Es una planta ramificada con una estructura primaria bien definida, los ejes secundarios, terciarios dependen del número de podas y despuntes, estos presentan estructura correspondiente a la general del tallo. De consistencia semileñosa, de forma cilíndrica que en función del fotoperiodo estas pueden producir tallos, hojas y flores. De ramificación politomica o simpodial (cuando nacen varias ramas) ya que su manejo es a base de podas o despuntes con una tendencia fácil a ramificarse (López, 2012; Ballinas, 2014).

♦Hoja. Es una planta ramificada con hojas alternas, ocasionalmente dentadas o ligeramente lobuladas, suaves y sinuosas, pecíolos no aplanados de aproximadamente 3 cm de longitud de color rojo, mismo que a medida que se acerca la etapa de floración se intensifica. los limbos de las hojas son de color verde oscuro, por el haz glabro y por envés ligeramente pubescente, de margen prácticamente entero a menos que presente un desorden fisiológico (Quintanar, 1961).

♦Brácteas. Las brácteas se aprecian como un grupo de hojas modificadas que adquieren diferentes tipos de colores, amarillentos o rojo fuerte que constituye la parte más atractiva y vistosa de la planta, formando un círculo alrededor del racimo de pequeñas flores que contienen un nectario, el cual cumple la función de atraer a los insectos que llevan el polen de unas flores a otras y posibilitan la polinización cruzada entre distintas plantas (Larson, 1988; Sánchez, 1998).

♦Flor. Se caracteriza por tener una sola flor femenina sin pétalos ni sépalos, formada por un conjunto de pequeñas inflorescencias centrales, las cuales están constituidas por un estambre y un ovario estipitado y saliente en forma de copa, denominada ciatio o ciatas y es común que una o más glándulas surjan de a su alrededor (Lopez, 1992). Alrededor se encuentran cinco grupos de flores masculinas pediceladas, desnudas, dispuestas en cincinos, cada una constituida por estambres articulados sobre el pedicelo; de anteras sobresalientes que cuando llegan a maduración se cubren de polen color amarillo (antesis), contribuyendo con un atributo adicional a la belleza de esta inflorescencia. Este conjunto de flores se halla rodeado por brácteas rojas brillantes que son hojas tectrices de las inflorescencias masculinas, pudiéndose confundir a simple vista con pétalos. Las brácteas son concrescentes, formando una especie de copa o corona, que presenta 1 a 4 nectarios en la unión entre las mismas (Cortes-Vivar, 2007; Vleeschower, 2008).

♦Fruto. Los frutos de la nochebuena son típicamente esquizocárpicos capsulares, con mericarpios elásticamente dehiscentes (Steinmann, 2002).

2.6. Requerimientos climáticos y edáficos

♦Luz. Para la *Euphorbia pulcherrima* la luz influye directamente en el crecimiento y desarrollo de la planta, en general es una planta de días cortos (menos de 12 horas), esto es importante en función de que el tamaño de la planta dependerá fundamentalmente del tiempo transcurrido entre el crecimiento y la floración, ya que está presente la inflorescencia es conveniente que reciban la máxima luz del sol posible ya que las hojas se pueden desprender con baja iluminación (Hauner, 1993).

Martínez (1995), mencionó que, para el buen desarrollo de las plantas de *Euphorbia pulcherrima*, la intensidad de la radiación solar debe de ser de (3500 a 5000 pies candela ó pie bujía) con una sombra de 60 a 70 %. La intensidad de la radiación afecta el color de las brácteas, alargamiento de los tallos, retención del follaje. Una planta con demasiada radiación sufre amarillamiento en el follaje, flor pequeña, blanqueamiento de la flor, poco crecimiento y dureza de los tallos, se pueden tener quemaduras de hojas. Por otra parte, escasa radiación causa crecimiento débil, alargamiento, retraso de la floración y palidez en el tallo.

La intensidad máxima de iluminación solar en un día claro y sin nubes puede variar entre 106,000 y 128,000 lux a medio día esto equivale a más de 10,000 FC (Pie candela) y si un pie-bujía = 10.76 luxes, y si las plantas de *Euphorbia pulcherrima* requieren entre 2500 y 5000 FC. Esto implica que sus necesidades son del 25 % especialmente en el trasplante y en las primeras etapas de desarrollo y posteriormente soporta hasta un 50 % en estado de madures, ya que la intensidad luminosa afecta el color de la flor y de las hojas, el alargamiento de tallos y la retención del follaje (Ballinas, 2014).

♦Fotoperiodo. Es el conjunto de los procesos mediante los cuales muchos organismos y vegetales regulan sus funciones biológicas como el crecimiento o la reproducción, utilizando como indicador la alternancia día-noche de los diversos días del año. *Euphorbia pulcherrima* es una planta sensible al fotoperiodo debido a que requiere de días cortos, con menos de 12 horas, al transcurrir de 30 a 40 días en estas condiciones, permite el mecanismo de la floración, lo cual es importante debido a que el tamaño de la planta dependerá del tiempo transcurrido entre la multiplicación y floración (Valdés, 2008).

♦ Temperatura. Es un requerimiento ambiental para el crecimiento de la *Euphorbia pulcherrima* y para el control de enfermedades, que varía de acuerdo a sus necesidades según la etapa fenológica en la que se encuentre. La temperatura óptima para la iniciación floral varia con el cultivar, pero la mayoría de los cultivares inician sus flores rápidamente entre 15 y 20 °C. una iniciación floral satisfactoria se lleva a cabo a temperaturas nocturnas de hasta 18 °C. La temperatura óptima del cultivo en invernadero para la nochebuena se ha considerado cerca de los 17 °C con temperaturas diurnas de hasta 22 a 25 °C (Fierro, 2006).

Euphorbia pulcherrima es una planta de temperatura tibia y cuando recibe la luz de sol adecuada crece vigorosamente en un rango de 20 a 30 °C con el limite más bajo para el crecimiento cerca de 12 °C. Las temperaturas de más de 35 °C dan como consecuencia un crecimiento reducido, con tallos delgados, hojas pequeñas, enraizamiento lento de esquejes y crecimiento deformado (Larsor, 1988). La nochebuena es muy susceptible a las heladas y temperaturas menores a 10 °C detiene su crecimiento, y a su vez llega a retrasar el estado fenológico del desarrollo del ciatio causando con ello un desfase en la producción y en las fechas de floración programadas (Cortes-Vivar, 2007).

Después de que las brácteas se expandan, es necesario reducir la temperatura de 15.5 a 16.5 ºC dependiendo que tan rápido se desarrolla el cultivo. El control apropiado de la temperatura es de gran importancia para producir una cosecha de máxima calidad y a buen tiempo. Otras investigaciones han demostrado que las plantas pueden ser producidas a temperaturas más bajas de lo usual (16.5 a 18.5 ºC), durante la noche; pero las plantas crecen lento y el tamaño de sus brácteas es reducido con una temperatura de 15.5 a 16.5 ºC. Sin embargo, esta alternativa es cuestionable, ya que es menos llamativo el producto y se tiene un gasto extra de tiempo y de costo de labor, por tenerse un crecimiento lento (Bing, 1987).

♦Humedad. La falta de humedad provoca estrés, ocasionando el desprendimiento de las hojas como consecuencia de un ambiente seco, por lo que es importante mantener la humedad relativa lo más elevada posible, hasta que la planta complete su desarrollo. La humedad en el suelo permite con el riego asegurar un sistema radical y un crecimiento vigoroso de la parte superior (Nieves, 2010).

♦Sustrato. Abad (1993), definió que un sustrato es todo aquel material distinto al suelo de origen orgánico o de síntesis mineral, que colocado sobre un recipiente solo o mezclado, proporciona a la semilla las condiciones necesarias para su germinación, enraizamiento, anclaje y de igual manera este puede desempeñar un papel importante en el suministro de nutrimentos y la capacidad de retener el agua.

Euphorbia pulcherrima, requiere sustratos que tengan un pH de 6.3 a 6.8, en un sustrato con suelo y para un sustrato inerte deberá ser de 5.5 a 6.5, el espacio poroso total del suelo deberá ser de 50 a 70 %, del cual por lo menos una tercera parte debe estar constituido por macroporos que se drenan inmediatamente después del riego, llenándose de aire para un adecuado intercambio gaseoso de las raíces. La otra parte se encargará de retener el agua y los nutrimentos que lleve disueltos, la porosidad y la capacidad de retención de agua (Fernández, 2013). La planta de *Euphorbia pulcherrima* toleran altos contenidos de sales solubles (hasta 3.5 mmhos/cm), una conductividad eléctrica que debe de estar entre el 1.5 y 2.5 mmhos/cm (Martínez, 1995).

2.7. Sistema de producción

2.7.1. Manejo de la planta madre

La planta de *Euphorbia pulcherrima* se propaga normalmente mediante esquejes que se obtienen de plantas madre de calidad, dichos esquejes se adquieren desde marzo hasta el mes de junio, deben ser trasplantadas en suelo o en contenedores. Para lograr un adecuado desarrollo vegetativo, deben mantenerse las plantas a una temperatura mínima de 16 °C.

El sustrato empleado debe de ser de alta porosidad y estar desinfectado. Es importante mantener una alta humedad en el suelo después del trasplanté para lograr un máximo crecimiento y número de brotes. La iluminación debe ser de 2500 a 3500 bujías-pie durante el establecimiento, proporcionando media sombra, una vez establecida puede retirarse, pero la luz no debe ser mayor de 6000 bujías-pies. La temperatura nocturna debe ser de 18 a 21 °C y la diurna no debe exceder de 26 a 29 °C (Martínez, 1995).

Una vez establecida la planta debe ser despuntada eliminando la punta y una hoja completamente expandida, dejando cinco yemas por debajo de la poda (15 a 20 días después del trasplante). Cuando los brotes tengan un mínimo de cuatro hojas completamente desarrolladas se puede volver a despuntar de la misma manera, lo cual proporciona más brotes (Martínez, 1995).

2.7.2. Enraizamiento de esquejes

Se recomienda realizar de 1 a 2 aplicaciones de funguicida sobre la planta madre para asegurar la sanidad del material, especialmente para prevención de *Botrytis*, utilizando Captan 1.2 g/L.

Los esquejes se toman de la planta madre cuando tienen una longitud de 5 a 8 cm, utilizando una navaja filosa que debe esterilizarse frecuentemente. La cosecha de esquejes debe hacerse por la mañana, cuando las plantas están turgentes. El corte es ligeramente diagonal entre la 3ª y 4ª hoja totalmente desarrollada, procurando dejar al menos dos hojas maduras sobre el tallo de la planta madre. No se recomienda tomar esquejes de tallos muy largos, ni que tengan más de 6 a 8 hojas completamente maduras debido a que estas pueden producir plantas demasiado compactas, con floración madura (Saldaña, 1992).

Los esquejes deben ser enraizados en un sustrato húmedo, no es recomendable dar a los esquejes un riego, pero para evitar una deshidratación acelerada, debe iniciarse rápidamente la aplicación de agua sobre el follaje en forma de nebulización y después colocarlos en una caja de cartón para transportarlos al área de enraizamiento. Pueden usarse tratamientos hormonales para acelerar y uniformizar el enraizamiento, para lo que se debe emplear el Radix® 1500, Rootone®, Raizone Plus® y otros (Cabrera *et al*., 2006; Nieves, 2010).

2.7.3. Trasplante

Cuando se hace el trasplante el nivel del sustrato del esqueje enraizado, debe quedar a la misma altura que el sustrato de la maceta final. Es importante que en el primer día del trasplante se haga un riego pesado para eliminar el exceso de aire en el sustrato y que los esquejes no sufran estrés por el trasplante evitando así la deshidratación de estos, es conveniente aplicar un segundo

riego el mismo día con fungicida en aspersión, en la primera semana deben de hacerse riegos ligeros dirigidos al follaje varias veces al día. Así mismo, es recomendable sombrear al 80 % para favorecer la aclimatación de la planta (Nieves, 2010). No es recomendable colocar las plantas directamente sobre el suelo, estas deben colocarse encima de otra maceta invertida, grava, tabique o sobre un plástico, inicialmente las macetas pueden estar juntas o colocadas en su espaciamiento definitivo (Martínez, 1995).

2.7.4. Espaciamiento de plantas

El espaciamiento está en función del tamaño y forma de la planta deseada conforme a la demanda, las plantas de copa alta y densa cobertura, requieren de mayor espaciamiento que las plantas grandes, pero de poca cobertura. Al llegar las plantas, éstas deben de sembrarse maceta con maceta, con esto se evita pérdida de espacio en el invernadero. La primera separación se hace a las tres semanas de la primera poda (o cuando los brotes tienen unos 10 cm), pero por lo regular se hace un total de 2 a 3 separaciones, con el fin de evitar el ataque de plagas y enfermedades y tener un buen crecimiento en forma de “V”.

Cada forma de la planta, requiere de un espaciamiento mínimo para un desarrollo adecuado y sin problemas. Es aceptable, que estas tengan adecuado espaciamiento, ya que, si las plantas están amontonadas, la falta de luz hará que se alarguen demasiado. Por lo que es importante tener en cuenta los espacios adecuados para el tamaño de la maceta y número de podas, de esta manera se obtendrán plantas de buena calidad con una buena presentación (Cuadro 1)

Cuadro 1. Espacio recomendado para el acomodado de plantas de *Euphorbia pulcherrima*.

Presentación	Plantas/maceta	No. de podas	Espaciamiento	Macetas/m^2
3”	1	0	15 x 15	44
4”	1	1	23 x 22	20
5”	2	1	30 x 28	12
6”	1	1	34 x 34	8.6
7”	2	1	43 x 43	5.4
8”	3	1	56 x 56	3.2
10”	3	2	70 x 70	2

Fuente: Nieves (2010).

2.7.5. Inducción floral

Las plantas de *Euphorbia pulcherrima* son clasificadas por su respuesta fotoperiódica, de día corto (noche larga). La floración empieza cuando la oscuridad es igual a un lapso de 12 horas o más. La temperatura óptima para la iniciación floral es de 15.5 a 16.5 °C, esto se puede presentar en condiciones de 11 h de oscuridad, sin embargo, para continuar con la floración se requiere de noches largas. Las condiciones desfavorables podrían ser altas temperaturas, los brotes laterales pueden desarrollarse y regresar a su estado vegetativo o sufrir una elongación anormal resultando una flor con “cabeza dividida” (Vleeschower, 2008).

2.7.6. Floración

Las flores de *Euphorbia pulcherrima* empiezan a formarse cuando hay un periodo oscuro interrumpido de aproximadamente 12 h o más y otras condiciones apropiadas. La fecha real de iniciación floral en otoño es modificada por la edad del brote que presentará la floración. Las últimas cinco semanas de noches largas se requieren para una conveniente iniciación floral. Las plantas son extremadamente sensibles a la luz durante su periodo oscuro, una o dos bujías pie (bp) de luz incandescente puede evitar la iniciación floral y el desarrollo de los brotes (López, 2012).

La temperatura óptima para la iniciación floral, varia con el cultivar, pero la mayoría de los cultivares inician sus flores rápidamente de 15-20 °C. La iniciación floral se retrasa a una temperatura más cálida en los fotoperiodos naturales de otoño. Una iniciación de flores satisfactoria, se lleva a cabo en temperaturas nocturnas de hasta 28 °C, asumiendo que el periodo oscuro es también más largo, como será el caso con plástico negro de las 18:00 a 08:00 horas diariamente para producir un periodo oscuro de 14 h.

Depende de la variedad el periodo que tarda la floración, desde su inicio hasta que la planta esté lista para la comercialización, pero en general es de ocho semanas. La nochebuena es bastante sensible a la radiación roja de corta duración o de baja intensidad y tal radiación recibida durante el periodo oscuro puede retardar la iniciación y el desarrollo floral (López, 2012).

2.8. Prácticas culturales en el cultivo de *Euphorbia pulcherrima*

2.8.1. Riego

Se requiere la combinación adecuada de volumen de agua aplicada y el tiempo de riego. El objetivo es evitar condiciones de estrés que debilitan a las plantas, dando como resultado un pobre crecimiento, y susceptibilidad al aumento de enfermedades. La técnica de riego influye en muchos factores, tales como la acumulación de sales en la zona radicular, la porosidad (o compactación) del medio de cultivo, y la humedad relativa. Estos factores pueden afectar el crecimiento y calidad del producto (Ecke, 2004).

El primer riego se da después del trasplante, que generalmente se hace con la aplicación de fungicidas. El riego es la actividad que más pérdidas ocasiona en la calidad de las plantas, cuando no se proporciona la cantidad correcta, por lo cual es recomendable conocer la calidad del agua que se requiere en las plantas de nochebuena (Cuadro 2). En verano y hasta la floración, es el momento de regar frecuentemente. Al regar hay que tratar de no mojar el follaje y las flores, e igualmente evitar la lluvia encima de la planta (Valdés, 2008).

Cuadro 2. Calidad del agua de riego para plantas de *Euphorbia pulcherrima*.

	Excelente	Buena	Permisible	Dudosa	Inapropiada
Conductividad eléctrica (S/cm)	0.25	0.25-0.75	0.75-2.0	2.0-3.0	>3.0
Sales (ppm)	175	175-525	525-1400	1400-2100	>2100
Volumen de sodio (% de sales)	20	20-40	40-60	60-80	>80
pH	6.5	6.5-6.8	6.8-7.0	7.0-8.0	>8.0

Fuente: Martínez (1995).

El método más empleado para aplicar el riego, es por el sistema de goteo localizado a cada maceta, aunque las plantas de nochebuena regadas por capilaridad, nunca están sujetas a cambios de humedad o al estrés de humedad. Este riego produce un crecimiento esplendoroso con un color brillante de hojas y brácteas (López, 2012).

Después de que pasa una semana, se realiza el segundo riego con una solución nutritiva a base de fertilizante disuelto en agua. Los riegos posteriores se realizan cuando la planta lo necesite, dependiendo de la humedad del sustrato y el clima pudiendo ser cada 2 ó 4 días, estos deben de hacerse por la mañana para evitar que la planta este húmeda en la noche que es cuando se desarrollan los hongos (Carmichael, 1991).

2.8.2. Poda

La poda en general es la remoción de la parte superior del tallo principal o de los brotes laterales, se lleva a cabo para romper la dominancia apical y promover el desarrollo de los brotes laterales (Geo, 1991). Los brotes de las plantas de *Euphorbia pulcherrima* desarrollan el doble de su longitud cuatro semanas antes de la llegada de los días cortos. Con un buen control del fotoperiodo, se obtienen brácteas bien coloreadas de calidad, con una flor pequeña y firme. El pinchado temprano produce plantas muy altas, y muy tarde se tienen plantas de porte bajo.

Normalmente el pinchado se hace aproximadamente dos semanas antes de la entrada a días cortos. La temperatura también afecta la longitud del periodo de oscuridad. *Euphorbia pulcherrima* se poda una o más veces para producir una planta con ramificaciones y de varias flores por planta, entre más podas se realicen a la planta, más flores tendrá, pero estas serán más pequeñas. La poda o "pinch" se puede realizar a los ocho días después de la plantación (Fernández, 2013).

2.8.3. Fertilización

La nutrición se considera el factor de producción de mayor relevancia después de la disponibilidad de agua (Quezada y Bertsch, 2013), cuyo fin es aportar los nutrimentos esenciales en las cantidades necesarias y en el momento adecuado para lograr el máximo potencial del cultivo. Ramos *et al*. (2002), Azofeita y Moreira (2005), y Bugarín *et al*. (2011) coinciden en indicar que el uso excesivo de fertilizantes provoca pérdidas económicas, deterioro del ambiente, y disminución en la productividad y calidad de las plantas, por lo que se debe hacer uso racional de estos insumos agrícolas.

Euphorbia pulcherrima es un cultivo que requiere altos niveles de nitrógeno y de potasio, niveles regulares de fósforo, calcio y magnesio, y un suplemento adicional es el molibdeno. Debe suministrarse además una dosis media de microelementos. Se recomienda fertilizar por lo menos cada tercer riego (Carmichael, 1990). En cada fertilización el cultivo necesita de 200 a 300 ppm de nitrógeno y potasio, de 50 a 100 ppm de fósforo, 80 a 120 de calcio, 40 a 60 ppm de magnesio y 0.10 a 0.20 ppm de molibdeno. Es necesario que por lo menos el 60 % del nitrógeno suministrado sea en forma de nitrato, no se recomienda aplicar urea (Martínez, 1995), así como sulfato de amonio, triple 17, cloruro de potasio, estiércol, superfosfato y cualquier fertilizante amoniacal (Carmichael, 1990; Nieves, 2010).

El nitrato (NO_3) es la principal fuente de nitrógeno (N) para la mayoría de las plantas, ya que favorece el área foliar (AF) y el índice de área foliar (IAF), lo cual puede ser producto de un mayor número y tamaño de hojas (Escalante, 1999), además de que favorece el desarrollo vegetativo e intensifica el color verde de las hojas (Sedano-Castro *et al.*, 2011).

El fósforo es un elemento muy importante como el nitrógeno para el metabolismo de los vegetales, pues está relacionado con muchísimas reacciones enzimáticas que dependen de la fosforilización, Es necesario en la división celular y el desarrollo de los tejidos meristemáticos, por lo que es importante en el crecimiento del vegetal, y en la producción, en general, las plantas con deficiencias de fósforo muestran un sistema radicular raquítico, lo que permite inferir la importancia del fósforo en el desarrollo de las raíces (Cortes-Vivar, 2007).

El potasio da vigor al crecimiento, es esencial para la formación del almidón y la hidrólisis de los azúcares y favorece la fotosíntesis, participa en la regulación del potencial osmótico celular, activa enzimas, participa en la liberación de proteínas desde los ribosomas, es necesario en la síntesis de clorofila, favorece el desarrollo de raíces, y regula el balance del N y P (Sedano-Castro *et al*., 2011). La nochebuena lo requiere tanto o más que el nitrógeno sobre todo en la etapa de desarrollo brácteas y ciatio, debido a que puede indirectamente promover la síntesis de varios compuestos orgánicos como proteínas, azúcares y polisacáridos (Sánchez, 2004).

Cortes-Vivar (2007) indica que cuando la planta se desarrolla con aportes elevados de nitrógeno, pero bajos en potasio, las hojas son grandes, pero relativamente ineficaces para realizar la fotosíntesis. Cuando se analizan dichas hojas, presentan una concentración muy alta de proteínas con relación a los carbohidratos y ello conduce a que la planta se vuelva muy susceptible a las enfermedades bacterianas y fungosas.

El calcio ($Ca^{2+)}$ es un nutrimento básico para el crecimiento de las plantas y es esencial en la división y expansión celular (White *et al*., 2000). En la nochebuena, una deficiencia de Ca^{2+} reduce el crecimiento de las hojas, causa acortamiento de los entrenudos cerca de la yema apical, induce tallos débiles, así como necrosis en brácteas y proporciona vigor a la planta (Stromme *et al.*, 1994; Ayala-Arreola *et al.*, 2008)

Las plantas de *Euphorbia pulcherrima* también requieren de los macronutrientes para su desarrollo, aunque estos son en menor proporción (Cuadro 3).

Cuadro 3. Funciones de macronutrimentos presentes en la nutrición de *Euphorbia pulcherrima*.

Elemento	Funciones
Magnesio	Constituyente esencial de la molécula de clorofila, participa en la formación de azúcares y lípidos. Activa la formación de cadenas polipeptícas de aminoácidos.
Azufre	Constituyente de aminoácidos como cisteína, metionina y cisteína esenciales para la formación de proteínas.
Hierro	Elemento esencial para la síntesis de la molécula de clorofila. Está implicado en la fijación de N, fotosíntesis.
Zinc	Es parte de sistemas de transferencia de energia en la síntesis y degradación de proteínas. Forma parte de las auxinas una de las hormonas implicadas en la regulación del crecimiento vegetal.
Manganeso	Forma parte de cloroplastos como trasferencia de energía en reacciones oxido-reducción.
Cobre	Implicado en la formación y composición de la pared celular, por lo que afecta a la lignificación.
Boro	Transporte de azucares a través de membranas celulares. Juega un papel importante en la formación de aminoácidos y síntesis de proteínas. Deficiencia de boro retrasa el crecimiento y desarrollo.
Molibdeno	El molibdeno de los tejidos se encuentra en la Nitrato reductasa (ANR) y en la nitrogenasa.
Cloro	Interviene en la captura y almacenamiento de energía luminosa.
Silicio	Cumple un papel importante en la rigidez estructural de las paredes celulares.
Sodio	Involucrado en la regulación osmótica.

Fuente: Cruz (2013).

2.9. Bioestimulantes

2.9.1. Definición

García (2017). menciona que un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismo que, al aplicarse a las plantas, es capaz de mejorar la eficacia de estas en la absorción y asimilación de nutrimentos, tolerancia a estrés biótico o abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente del contenido de nutrimentos de la sustancia

El término el bioestimulante se refiere a sustancias que, a pesar de no ser un nutrimento, un pesticida o un regulador de crecimiento, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos (Saborío, 2002).

Esta definición resulta poco específica y ello ha conducido a que en el mercado el término bioestimulante se utilice para describir una amplia gama de productos, que van desde extractos de plantas hasta extractos animales, además combinaciones de estos con productos de reconocida función, tales como nutrimentos, vitaminas o reguladores de crecimiento (Saborío, 2002).

Los bioestimulantes son sustancias que trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrimentos, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad, la eficiencia metabólica y fotosintética. Adicionalmente, mejoran la cantidad de antioxidantes (Granados, 2015).

2.9.2. Método de aplicación de los bioestimulantes

Se aplican normalmente por vía foliar, pero también por vía radical. Se utilizan en pulverizaciones foliares o a través de los sistemas de riego (tradicional, localizado, etc.), para activar o estimular el desarrollo vegetativo, la floración, el cuajado o el desarrollo de los frutos (Cuadro 4.). Con frecuencia los aminoácidos también se emplean mezclándolos con productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas, herbicidas) para potenciar la acción de los mismos (Saborío, 2002).

Cuadro 4. Ejemplo de bioestimulantes usados en diferentes cultivos.

Bioestimulante	Cultivo o especie	Resultado principal	Cita
Enerplant®.	Pimiento.	Se incrementó el diámetro del fruto en un 8.92 %	Cabrera-Medina *et al.* (2011).
Organic Plus®.	Rosa *spp*.	Se desarrolló en un 15 % el tamaño del botón floral en cuanto a su longitud.	Tayupanta (2011).
Biofol®.	Lima mexicana.	Se obtienen frutos de mejor calidad en peso, tamaño, firmeza, porcentaje de jugo, pH y porcentaje de ácido cítrico.	Ariza *et al.* (2015).
Satisfy®.	Tomate.	Se obtuvo un rendimiento de 69.41 t/ha.	Avendaño (2011).
Alga 600 Plus®.	Rosa.	Se incrementó la longitud de tallo y botón así como diámetro de los mismos.	Calvache (2009).
Vitazyme®.	Proteas.	Tuvo una mayor influencia con respecto a la longitud de los tallos con un promedio de 131.1 cm.	Guerrero (2006).
Bioforte® (dosis de 2,0 cc/l)	Alfalfa	Se registró el mayor número de hojas por rama, mayor peso de materia verde y seca y por ende el mayor rendimiento por hectárea.	Salgado (2012).
FitoMas-E®.	Pepino.	Incremento entre 36 y 52 % y entre 29 y 46 % en indicadores de crecimiento y de rendimiento.	López y Vera (2003).
Biobras-16® (0,05 mg L-1).	Frijol.	Estimuló significativamente el rendimiento de las plantas.	Martínez *et al.* (2017).
Impulse® 13-0-40	Arroz.	Presentó el mayor rendimiento de grano entero (47.6 %).	Tello (2012).

Los bioestimulantes aun cuando son nutrimentos, no es este aspecto el que justifica su utilización sino el efecto activador que producen sobre el metabolismo del vegetal. Por ello, resulta aconsejable, en la mayoría de los casos, que sean aplicados junto con un abono mineral adecuado al cultivo y a su estado fenológico. Algunos formulados, además de micronutrimentos, contienen cantidades respetables de nitrógeno, fósforo y potasio (Saborío, 2002).

Estas sustancias ayudan a la planta durante períodos de estrés o cuando está debilitada por alguna condición extrema como una helada, un ataque de una plaga, trasplantes, transportes, enfermedades o efectos fitotóxicos a consecuencia de la aplicación indebida de productos fitosanitarios, etc. (Saborío, 2002).

2.9.3. Clasificación de los bioestimulantes

Los bioestimulantes pueden estar compuestos a base hormonas vegetales, o bien, de extractos de algas marinas, aminoácidos, enzimas o vitaminas como la tiamina, ácidos húmicos, entre otros.

García (2017), mencionó las categorías principales de productos bioestimulantes, los cuales son:

♦Ácidos húmicos y fúlvicos. Las sustancias húmicas son constituyentes naturales de la materia orgánica de los suelos, resultantes de la descomposición de las plantas, animales y microorganismos, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que utilizan estos compuestos como sustrato. Las sustancias húmicas son una colección de compuestos heterogéneos, originalmente categorizadas de acuerdo con su peso molecular y solubilidad húmica, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

Los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, favoreciendo la asimilación radical y las aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la traslocación de macro y micronutrimentos dentro de la planta lográndose un mejor aprovechamiento de los mismos, participan en la fotosíntesis ayudando a estimular la producción de clorofila.

♦Aminoácidos y mezcla de péptidos. Se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de proteínas procedentes de productos agroindustriales tanto vegetales (residuos de cultivos) como animales (colágenos, tejidos epiteliales, etc.). Estos compuestos pueden ser tanto sustancias puras como mezclas (lo más habitual). Otras moléculas nitrogenadas también consideradas bioestimulantes incluyen betaínas, poliamidas y aminoácidos no protéicos, que son muy diversos en el mundo vegetal y muy poco caracterizados sus efectos benéficos en los cultivos.

El aminoácido más utilizado es el ácido glutámico. Este estimula los procesos de crecimiento de los meristemos radiculares, foliares y florales, interviene en la respuesta anti estrés y en el transporte de nitrógeno.

Loa aminoácidos se pueden aplicar vía foliar o en sistema de riego, las aplicaciones se deben realizar a horas tempranas del día o por la tarde, para facilitar la absorción foliar, y las dosis a aplicar varía de acuerdo el producto, cultivo, daño y ambiente.

♦Extracto de algas y de plantas. El uso de algas como fuente de materia orgánica y con fertilizantes es muy antiguo en la agricultura, pero el efecto bioestimulante ha sido detectado muy recientemente. Esto ha disparado el uso comercial de extractos de algas o compuestos purificados como polisacáridos de laminaria, alginato y carragenanos. Otros efectos que contribuyen al efecto promotor del crecimiento incluyen micro y macronutrimentos, esteroles y hormonas.

La aplicación de algas marinas como bioestimulantes son una tecnología muy prometedora, los resultados en su aplicación práctica son favorables, además de que son amigables con el ambiente, pues no contaminan ni son residuales.

♦Quitosanos y otros biopolímeros. El quitosano es la forma deacetilada del biopolímero de quitina, producido natural o industrialmente. Los polímeros/oligómeros de tamaño variado se usan habitualmente en alimentación, cosmética, medicina y recientemente en agricultura. El

efecto fisiológico de los oligómeros de quitosano en plantas son el resultado de la capacidad de este compuesto policatiónico de unirse a una amplia variedad de compuestos celulares, incluyendo DNA y constituyentes de la membrana plasmática y de la pared celular. Además, son capaces de unirse a receptores específicos responsables de la activación de las defensas de las plantas, de forma similar a los elicitores de las plantas.

♦Compuestos inorgánicos. Se le suelen llamar elementos benéficos a aquellos elementos químicos que promueven el crecimiento de las plantas y que pueden llegar a ser esenciales para algunas especies, pero no para todas. Entre estos elementos se suelen considerar el Aluminio, Sodio, Selenio y Silicio; y están presentes tanto en el suelo como en plantas como diferentes sales inorgánicas y como formas insolubles. Sus efectos beneficiosos pueden ser constitutivos, como el reforzamiento de las paredes celulares por los depósitos de silicio, o por la expresión en determinadas condiciones ambientales, como es el caso del selenio frente al ataque de patógenos.

♦Hongos benéficos. Los hongos interactúan con las plantas de muchas formas, desde simbiosis mutualista hasta el parasitismo. Plantas y hongos han coevolucionado desde el origen de las plantas terrestres. Los hongos micorrícicos son un heterogéneo grupo de hongos que establecen simbiosis con el 90 % de las plantas, hay un creciente interés por el uso de los hongos micorrícicos para promocionar la agricultura sostenible, considerando sus efectos en mejorar la eficacia de la nutrición, balance hídrico y protección frente al estrés de las plantas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El experimento se realizó bajo la cubierta de un microtúnel en la localidad de Tamuanco del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla, México (19° 49' 01" N, 97° 47' 36" O y 1764 msnm) (Figura 2).

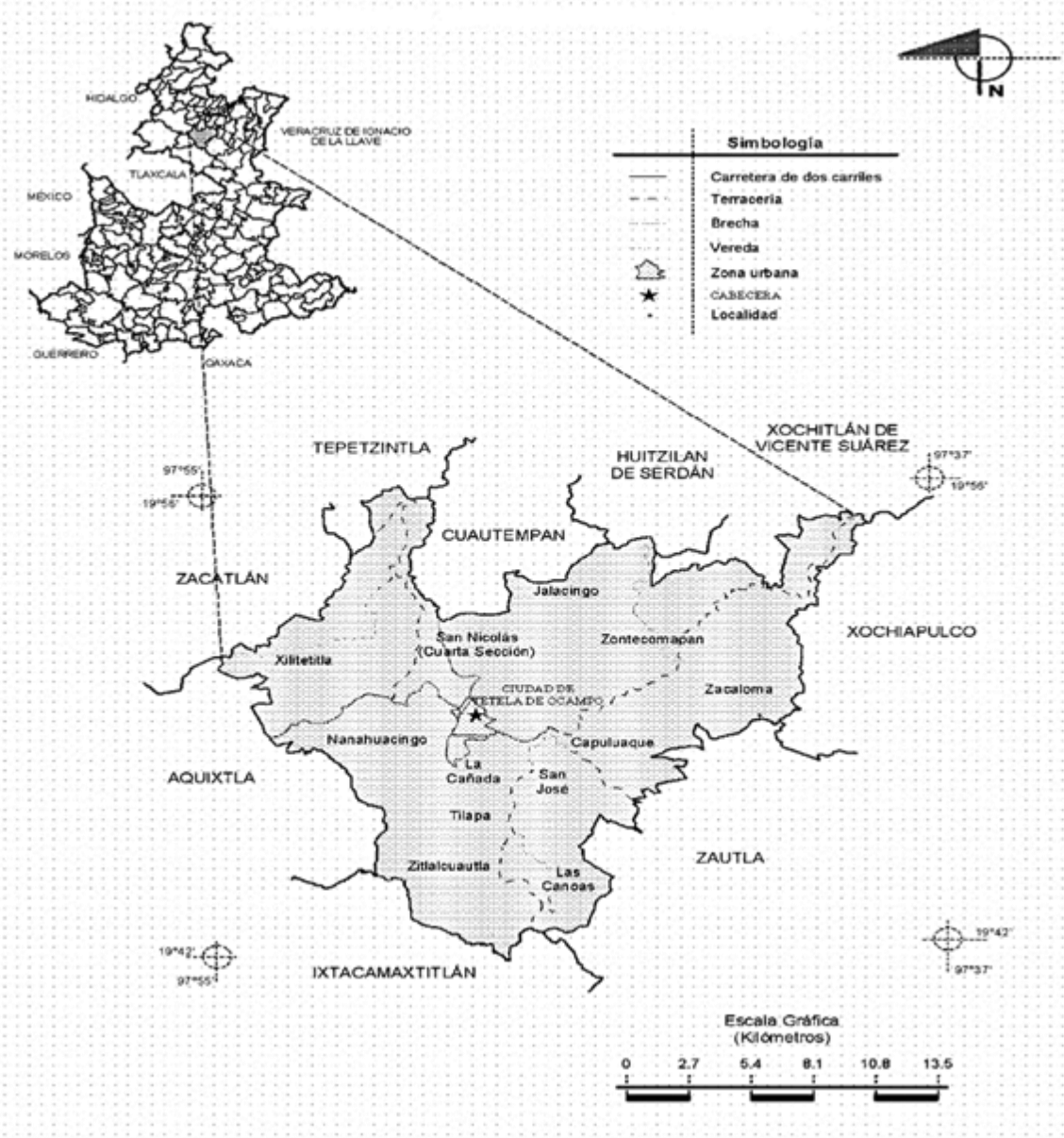


Figura 2. Ubicación geográfica del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla (INEGI, 2014).

3.2. Material vegetal

Se utilizaron 50 plantas de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* var. Freedom, de aproximadamente de un mes de edad a partir de su reproducción asexual, sin presencia visible de alguna plaga y/o enfermedad, provenientes del vivero que se encuentra en la localidad de Zoyatitla del municipio de Tetela de Ocampo. Estas plantas tuvieron un proceso de aclimatación y adaptación a las condiciones del microtúnel, durante un mes. Para posteriormente realizar la aplicación de los bioestimulantes (tratamientos) teniendo una altura promedio de 15.8 cm (Figura 3).

Figura 3. Plantas de *Euphorbia pulcherrima* antes de la aplicación de los bioestimulantes.

3.3. Descripción del experimento

- Con un machete se chapeo y con el azadón se quitaron las raíces más grandes que se encontraban en el lugar, después la materia orgánica fue sacada para poder acondicionar el área donde permanecieron las plantas durante el experimento.

- Se localizaron viveros de plantas de nochebuena cercanos, posteriormente se adquirieron 50 plantas del vivero de la localidad de Zoyatitla perteneciente al municipio de Tetela de Ocampo.

- El sustrato que se utilizó fue la mezcla de un 75 % de peet moos y un 25 % de tezontle blanco.

- La medida de las macetas que se utilizaron fueron del número 6

- Se dejó que las plantas que se aclimataran durante un mes y después se acomodaron en un arreglo completamente al azar, para ello se hicieron papelitos poniéndole a cada uno T_1 R_1, T_1 R_2,... hasta llegar al T_5 R_{10} y se echaron en un recipiente posteriormente se fue tomando una planta y el papelito que se salió era el lugar que le correspondía. Durante este periodo de aclimatación solo se les aplicaba agua.

- Las macetas fueron distanciadas para asegurar una suficiente cantidad de luz y movimiento de aire para un mejor desarrollo del follaje, así como también para diferenciar los tratamientos.

- Se utilizaron bioestimulantes para ofrecer a la planta los nutrimentos esenciales y de esa forma generar reservas para producir mayor número de flores y de buen tamaño sin afectar su rentabilidad, estos bioestimulantes se obtuvieron de forma comercial.

- Con una regla de 30 cm se midió la altura de cada planta y después se llevó a cabo la aplicación de 10 mL de la solución de 12 mL o 12 g del producto (Supra star®, Biozyme®, Nautilus® y Agribat®) diluidos en 200 mL de agua cada ocho días durante 10 semanas.

- Las plantas fueron regadas cada tres o cuatro días según la necesidad hídrica del cultivo de nochebuena durante el experimento.

- Se tomaron datos y mediciones en cada unidad experimental (UE) que consistió de una planta de nochebuena en maceta.

- Con una regla graduada se midieron las plantas al final del experimento para la variable tasa de crecimiento.

- Después se llevó una planta por tratamiento al laboratorio del Programa de Ingeniería Agroforestal de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla del Complejo Norte Sede Tetela donde se tomaron las demás medidas.

- Se cuantificaron las hojas y las brácteas de cada planta, así como también se dibujaron en hojas milimétricas las hojas y brácteas para sacar el área de cada una de ellas, contando cada cuadro grande como un centímetro cuadrado.

- Se colocaron todas las partes de la planta (tallo, hojas, brácteas y raíz) por separado en bolsas de papel de estrasa procediendo al secado en una estufa de secado (marca Riossa®) a 70 °C durante 48 h.

3.4. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados (Cuadro 5), fueron distribuidos en un arreglo completamente al azar (Figura 4) con 10 repeticiones por tratamiento utilizándose como testigo la no aplicación de bioestimulantes.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados en el experimento con *Euphorbia pulcherrima* en Tetela de Ocampo, Puebla.

Tratamientos	Producto	Dosis aplicada
T_0	Supra start®	12 mL o 12 g del producto diluidos en 200 mL de agua; hecha la mezcla se aplicaron via radical 10 mL cada 8 días, en la etapa de desarrollo vegetativo y hasta inicio de antesis.
T_1	Biozyme®	
T_2	Nautilus®	
T_3	Agribat®	
T_4	Testigo	

Supra start®. Contiene microorganismos que le permiten desempeñar funciones específicas, las cuales benefician la productividad de las plantas, incluyendo la absorción de agua y nutrimentos, la fijación de nitrógeno, la solubilización de minerales y la producción de estimuladores de crecimiento vegetal. Es rico en auxinas, sustancias coloidales y microelementos, permiten que al aplicarse promueva una rápida brotación, así como un sano y vigoroso desarrollo radical del cultivo. Gracias a su tecnología coloidal garantiza una toma activa de nutrimentos que será traducido por la planta en una mayor generación de biomasa.

Biozyme®. Es un estimulante de germinación y principio de desarrollo en tratamiento de semillas obtenido de extractos de origen vegetal, cuya aplicación a las semillas incrementa al máximo su potencial genético natural, así como también es un regulador de crecimiento que contiene extractos de origen vegetal y fitohormonas, giberelinas, ácido indolacético, zeatina, diluyente y acondicionadores.

Nautilus®. Es un producto concentrado a base de algas marinas rico en aminoácidos, carbohidratos, macro y micronutrimentos. Es un catalizador de reacciones biológicas, el cual actúa en el metabolismo de las plantas para optimizar su desarrollo. Las enzimas de las algas

marinas desencadenan reacciones hidrolíticas que movilizan los elementos nutrimentales del suelo y también provocan efectos desalinizadores cuando se aplican vía foliar estimulan el sistema inmunológico y promueven la tolerancia al estrés. En general, influye en activar la fisiología de las plantas con el evidente beneficio en todas las fases del cultivo en forma completamente natural mejora enraizamiento, desarrollo vegetativo, floración, cuajado, llenado de frutos y maduración, en consecuencia, incrementa los rendimientos, mejora la concentración de azucares y prolonga la vida de anaquel.

Agribat®. Es un producto ecológico, formulado por diversas sustancias naturales, materia orgánica y nutrientes orgánico-minerales. Debido a su alta concentración de materia orgánica se aplicación influye favorablemente en el suelo, mejorando su estructura, aireación, capacidad de absorción de nutrientes y el desarrollo de la planta. Su riqueza nutritiva estimula la germinación de las semillas, la formación de raíces, incrementa la actividad enzimática, el desarrollo vegetativo, la síntesis y la concentración de azucares, lo que conlleva a una notable mejora en la calidad de las cosechas. Así mismo, constituye en el fomento de la actividad biológica de los suelos degradados.

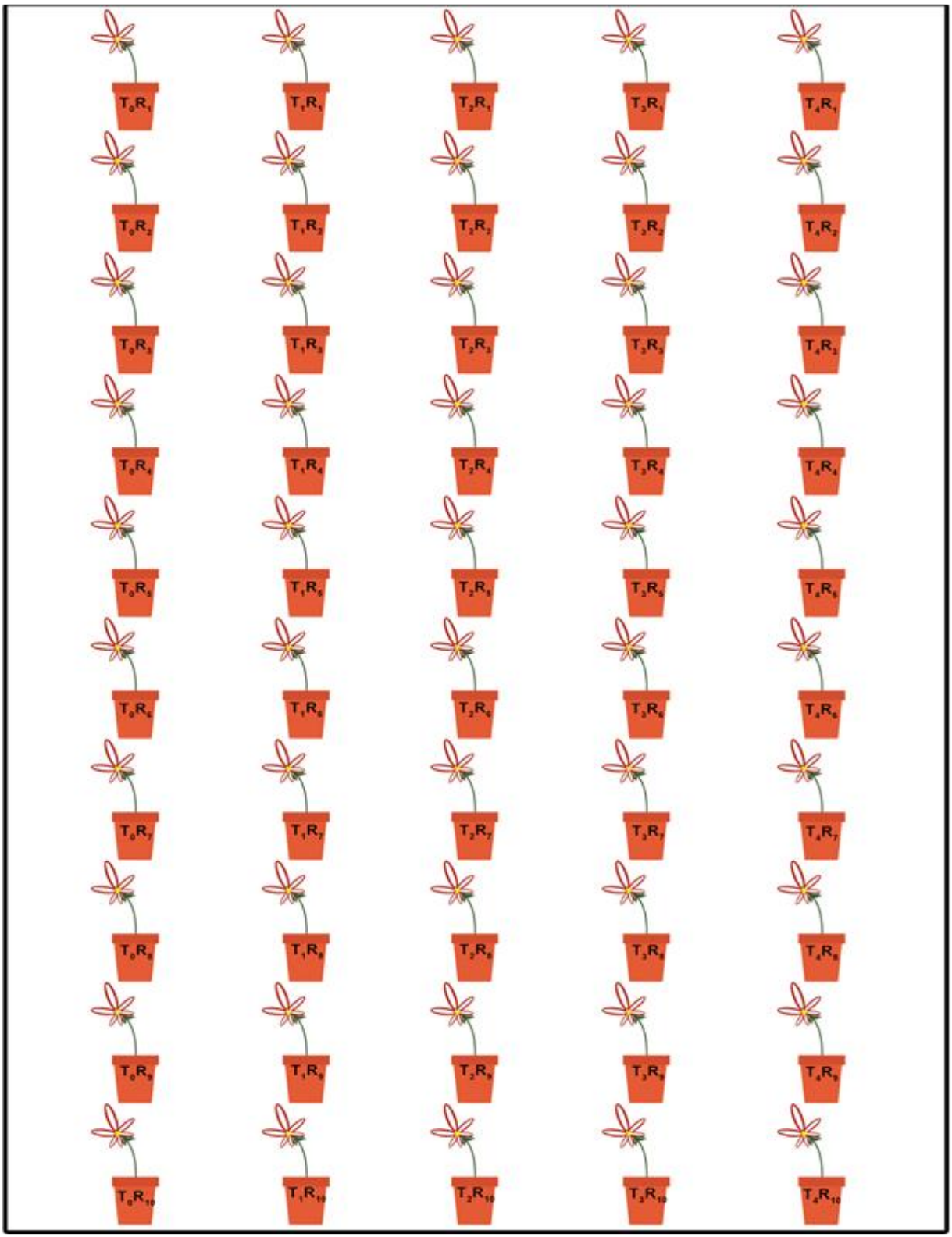


Figura 4. Arreglo de tratamientos del experimento con *Euphorbia pulcherrima*, (T_n= tratamientos y R_n = repeticiones).

A continuación, se anota el modelo estadístico (Martínez, 1988):

$$Yij = \mu + Ti + \epsilon ij$$

$$i = 1,2,3, ..., t \qquad j = 1,2,3, ..., n$$

Dónde:

Yij = Es la observación de la j- esima UE del i ésimo tratamiento

μ = Media general común a todas las UE.

Ti = Es el efecto del tratamiento i- ésimo

ϵij = Es el error experimental en la observación j- ésima del tratamiento i-ésimo

3.5. Variables de respuesta

- Área de brácteas (ÁB, $cm^2 \cdot pl^{-1}$)

Esta variable se obtuvo con la ayuda de una hoja milimétrica, en la cual se dibujaron todas las brácteas, posteriormente se contabilizaron y sumaron los centímetros y milímetros ocupados por el área de cada bráctea por planta y por tratamiento.

- Materia seca de las brácteas ($g \cdot pl^{-1}$)

Se cuantificó la producción de materia seca inicial y final, se colocaron todas las brácteas en bolsas de papel de estrasa procediendo al secado en una estufa Riossa® a 70 ºC durante 48 h, y posteriormente se pesaron dichas brácteas en una báscula analítica.

- Tasa de crecimiento (TC, $cm \cdot día^{-1}$)

Se estimó con la ecuación: $TC = [(W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)]$, donde W_2 y W_1: altura final e inicial de la planta de nochebuena completa; T_2 y T_1: momento final e inicial del experimento; (Hunt *et al.*, 2002). La fórmula original contiene logaritmos, los cuales fueron omitidos, debido a que en la etapa inicial del desarrollo de las plantas el crecimiento es prácticamente lineal (Chiariello *et al.*, 1996).

- Área foliar (ÁF, $cm^2 \cdot pl^{-1}$)

En esta variable se realizó lo mismo que en la variable del área de las brácteas, solo que en este caso se trabajó con las hojas.

- Materia seca de la planta (MS, $g \cdot pl^{-1}$)

Se cuantificó la producción de materia seca inicial y final, se colocaron todas las partes de la planta (tallo, hojas, brácteas y raíz) en bolsas de papel de estrasa procediendo al secado en una estufa Riossa® a 70 ºC durante 48 h, y posteriormente se pesaron dichas partes de la planta en una báscula de analítica.

3.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en las diferentes variables de respuesta se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) de manera independiente, para un diseño en bloques completamente al azar, las pruebas de comparación de medias se realizaron por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) usando el software MINITAB 18 (Minitab, 2019).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad de la flor (área de brácteas y materia seca de brácteas) en *Euphorbia pulcherrima*

En el área de brácteas el T_2 (Biozyme®), mostró un valor de 1938 cm^2 superando al T_1 (Supra star®) con una media de 800.1 cm^2, existiendo una diferencia de 58.72 % entre el valor más alto y el más bajo (Figura 5a), aunque se esperaban mejores resultados con las plantas que fueron fertilizadas con el T_1 ya que es un producto que contiene microorganismos que permiten desempeñar funciones específicas, las cuales benefician la productividad de las plantas , por otra parte, se observa que entre el T_2, T_3,T_4 y el T_5 no existe diferencia entre tratamientos (Figura 5b), es decir que la aplicación de los bioestimulantes solo generaría un gasto extra para el productor, también se puede notar que las comparaciones que se realizaron con T_1 se encuentran distanciadas de la media, por lo tanto, el T_1 es estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Figura 5c).

Mientras más área de brácteas exista en una planta de *Euphorbia pulcherrima*, esta será de mejor calidad que aquella que presente menor área (López, 2012). De manera similar Ballinas (2014) mencionó que esta variable es muy importante debido a que es una característica que define la calidad de la inflorescencia y mientras se obtenga una mayor área se presume de una mejor calidad, en virtud de que el área colorida (pigmentación) es mayor y en consecuencia una mejor vista lo que hace más fácilmente comercializable. Respecto a esto una deficiencia de Ca en plantas de nochebuena causa necrosis en brácteas, por lo tanto, habrá pérdida de área de brácteas (Stromme *et al.*, 1994; Ayala- Arreola *et al.*, 2008).

Pérez *et al.* (2005), reportaron una media de área de brácteas con un valor de 5066 cm^2 con el testigo (sin ninguna aplicación); mientras que Callejas-Ruíz (2009) obtuvo una media de 1163.1 cm^2 utilizando como sustrato una mezcla de tierra de hoja de encino + tezontle + turba + agrolita y la aplicación del fertilizante Peters® en concentraciones de 3.75 $g.l^{-1}$ en un intervalo de un mes, de tal manera de la fertilización, el sustrato y el ambiente en el que se encuentren va a depender para la obtención de una mayor el área de brácteas.

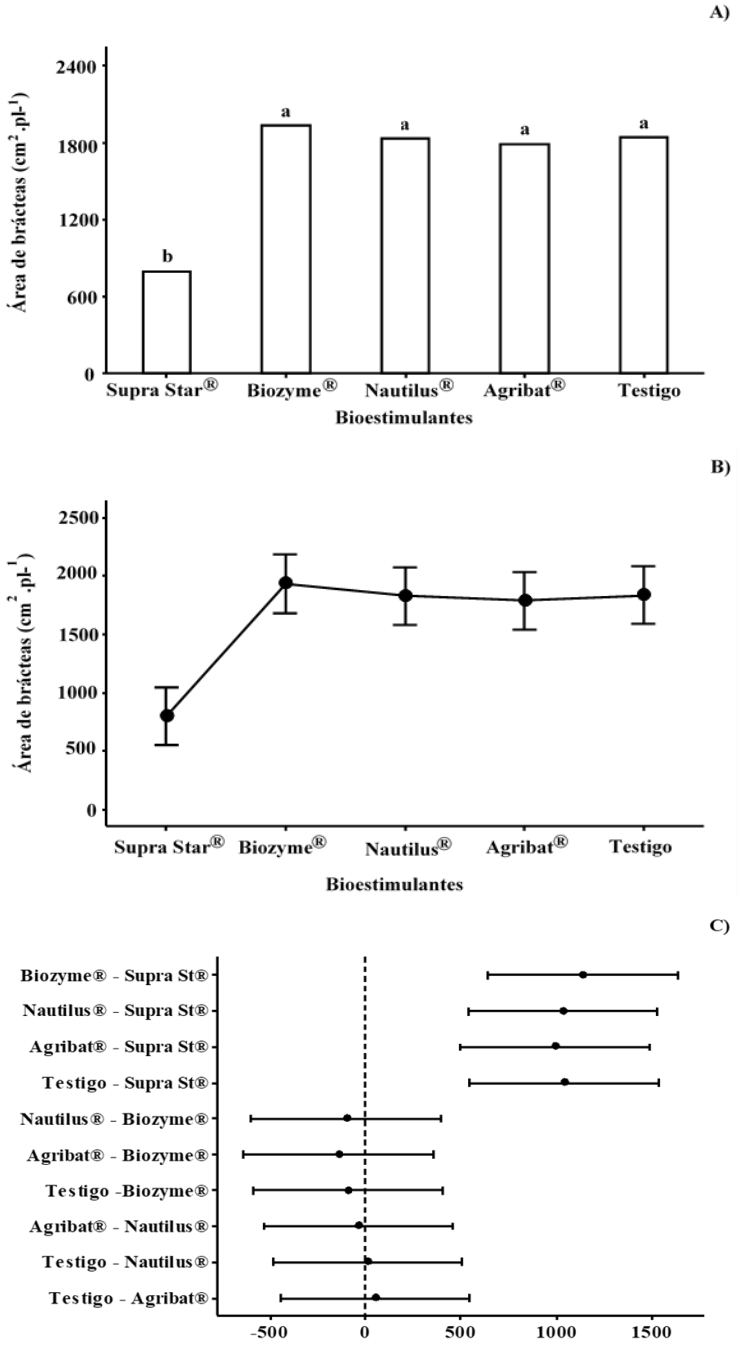


Figura 5. Área de brácteas de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para el área de brácteas con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias respondientes son significativamente estadísticas.

La mayor materia seca de las brácteas se presentó en el T_4 (Agribat®), con una media de 10.284 $g.pl^{-1}$, mientras que el T_5 (testigo) fue el que produjo menos materia seca con una media de 9.764 $g.pl^{-1}$ (Figura 6a), teniendo una diferencia de 0.52 $g.pl^{-1}$ entre tratamientos, por otra parte, entre el T_3 y el T_4 no existe diferencia entre los tratamientos (Figura 6b), también se puede notar que la diferencia entre los tratamientos T_4 y T_3 es nula (Figura 6c). por lo tanto, la aplicación de bioestimulantes no tiene diferencia estadística con respecto al testigo en la materia seca de las brácteas en *Euphorbia pulcherrima.*

Estudios relacionados con la producción de materia seca de brácteas en *Euphorbia pulcherrima*, reportan que la mayor acumulación de materia seca se incrementa durante el desarrollo vegetativo, inductivo y desarrollo de brácteas en las plantas, aunque en muchas ocasiones esta es irreversible por el estrés que presenta la planta (Whipker y Hammer 1997; Galindo-García *et al*., 2015).

De la misma forma, los resultados de Galindo-García *et al*. (2015), presentaron una media de 8.1 y 6.9 $g.pl^{-1}$ de materia seca de brácteas en *Euphorbia pulcherrima* con la variedad Valenciana y Rehilete respectivamente a los 240 días después de la plantación sin ninguna aplicación, mientras que Pérez *et al.* (2005), reportaron una media de materia seca de 15 g siendo este el testigo, sin ninguna aplicación, superando en un 27.84 % con lo reportado en este experimento.

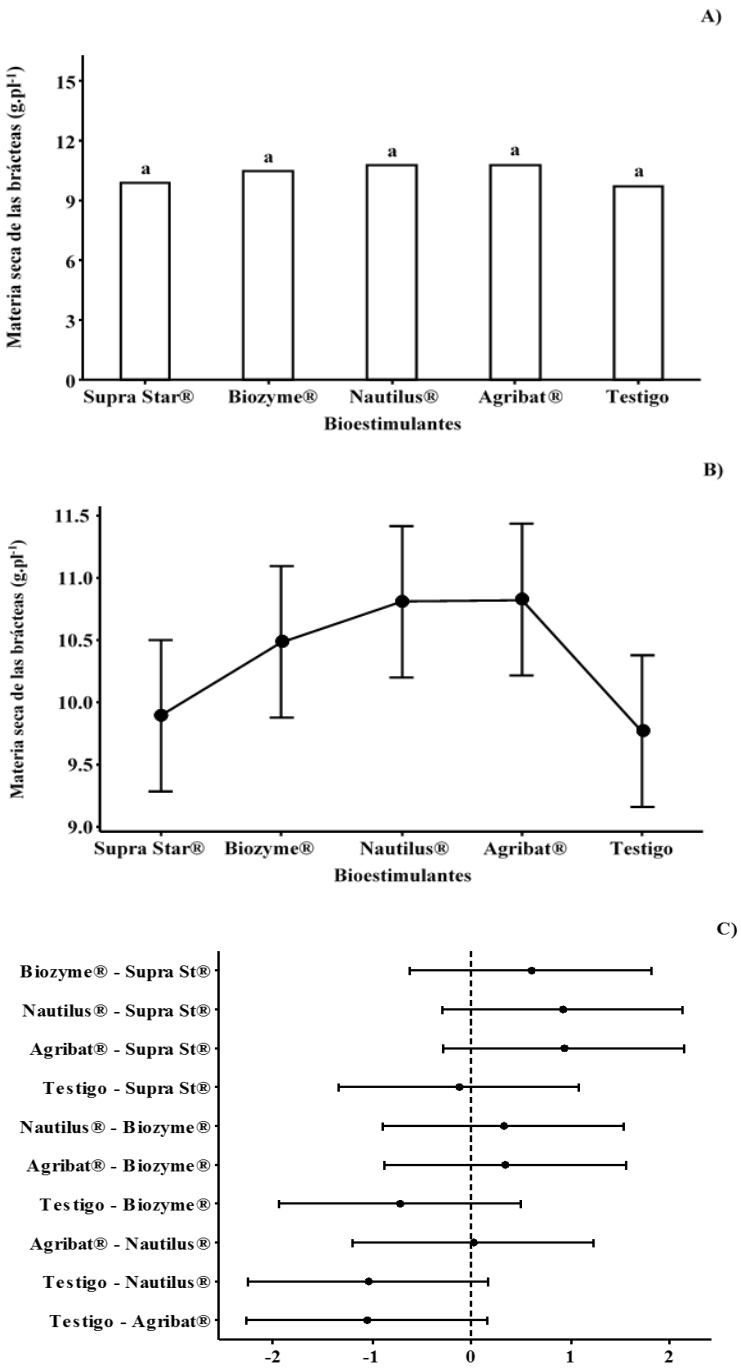


Figura 6. Materia seca de las brácteas de *Euphorbia pulcherrima*; en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para la materia seca de las brácteas con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas.

4.2. Calidad de la planta (tasa de crecimiento, área foliar y materia seca) en *Euphorbia pulcherrima*

La tasa de crecimiento (TC) es un índice que integra el funcionamiento de varios órganos de la planta; es apropiado para comparar el efecto de diferentes prácticas agronómicas por ser relativo y no depender de suposiciones matemáticas. Se refiere a la acumulación de materia seca por unidad de área de suelo, por unidad de tiempo; y se puede expresar en $cm \cdot día^{-1}$ (Hunt *et al*., 2002).

La tasa de crecimiento de *Euphorbia pulcherrima,* fue mayor en el T_2 (Biozyme®) con una media de crecimiento de 0.2600 $cm.día^{-1}$, siendo superior al T_5 (Testigo) (Figura 7a), del cual se obtuvo un crecimiento de 0.2200 $cm.día^{-1}$, existiendo una diferencia de 0.04 $cm.día^{-1}$, por lo tanto, los tratamientos no influyen para la tasa de crecimiento lo cual al ser aplicado algún fertilizante se generaría un gasto extra, aunque el T_3 mostró una tasa de crecimiento superior a los T1 y T4 en un 10.99 % (Figura 7b), también se observa que las diferencias significativas son completamente negativas con respecto al T_4 y T_5, destacando también la significancia nula entre los T_4 y T_1, además de la significancia positiva entre el T_2, como el mejor tratamiento y el T_5 como el peor tratamiento (Figura 7c).

La aplicación de bioestimulantes no influyó en esta variable, por lo que no se encontraron diferencias en la tasa de crecimiento tanto entre tratamientos, como al comparar con el testigo, y esto se debió a que los bioestimulantes que fueron aplicados no contenían altas concentraciones de nitrógeno y potasio, ya que Ecke *et al.* (2004) mencionaron que la falta de nitrógeno provoca la reducción del tamaño de la planta, y en particular en el caso de la Nochebuena. Starkey (2001), realizó un estudio sobre el efecto de la variación de los niveles de nitrógeno y potasio, reportando que la variación incide para la calidad de la planta.

Estos resultados concuerdan con Avendaño (2011), las hormonas vegetales en especial las auxinas, no incrementan la tasa de crecimiento de la planta de tomate, sino más bien lo que incrementa es el tamaño de los frutos con respecto al tratamiento testigo o sin aplicación.

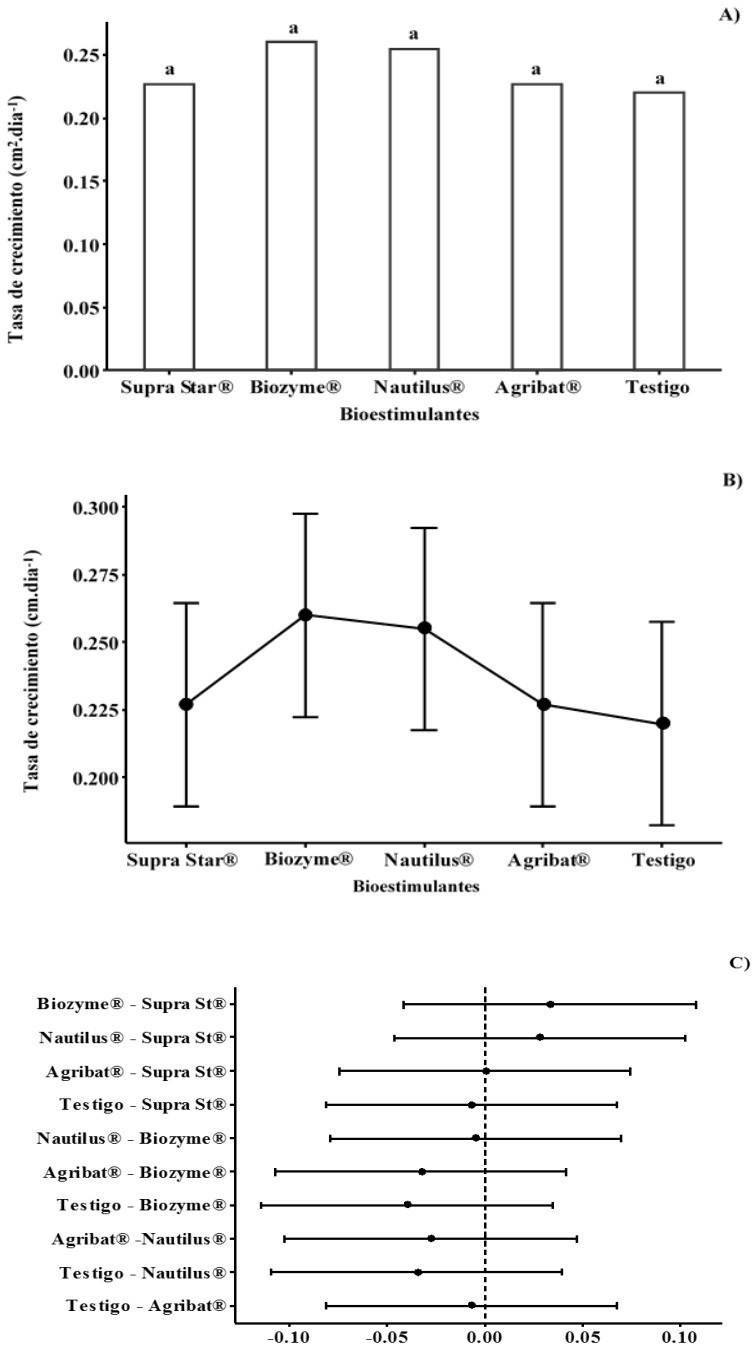


Figura 7. Tasa de crecimiento de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para tasa de crecimiento con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas.

El área foliar es una parte esencial de los análisis clásicos de crecimiento y es necesario en muchos estudios fisiológicos, por lo que debe realizarse a través de procedimientos sencillos y rápidos. Este es considerado uno de los parámetros más importantes en los estudios de nutrición y crecimiento vegetal, además de que en base a esto se determina la materia seca, el metabolismo de los carbohidratos y el rendimiento y la calidad de la cosecha (Gertrudis *et al.,* 2006).

En el área foliar por planta, el T_5 (Testigo), fue el que ofreció mayor cantidad de área foliar (2235.7 $cm^2.pl^{-1}$), mientras que el T_1 (Supra star®) fue el que tuvo la menor área foliar (1335.7 $cm^2.pl^{-1}$), existiendo una diferencia de 900 $cm^2.pl^{-1}$ (Figura 8a), por otra parte, entre los T_2, T_3, T_4 y T_5, no existe diferencia estadística ya que todos presentan una media similar (Figura 8b), también se observa que existen diferencias significativas positivas con respecto al T_1, destacando la significancia nula entre los T_5 y T_2 (Figura 8c), por lo tanto la aplicación de los bioestimulantes no influyen para la área foliar en plantas de *Euphorbia pulcherrima*, ya que el testigo fue el que alcanzo el valor más alto.

Con respecto al área foliar de *Euphorbia pulcherrima,* Pacheco-Hernández *et al.* (2014) obtuvieron una media de 1746 $cm^2.pl^{-1}$ al aplicar la solución de Steiner (12:1:7:7:9:4 NO_3-:H_2PO_4-:SO_4^{2+}: K^+: Ca^{2+}: Mg^{2+} en meq L^{-1}) en fertirriego en las etapas de desarrollo vegetativo y floración; por otra parte, Torres-Olivar *et al.* (2018), obtuvieron una media de 1546 $cm^2.pl^{-1}$ y Pérez *et al.* (2005) con un valor de 1673 $cm^2.pl^{-1}$, alcanzada por el testigo, los cuales son superados por este estudio realizado, aunque Callejas-Ruíz *et al*. (2009) reportó una área de 2,518.8 $cm^2.pl^{-1}$, en plantas que se desarrollaron en una mezcla de tierra de hoja de encino + tezontle + turba + agrolita como sustrato más la aplicación del fertilizante Peters® en concentraciones de 3.75 $g.l^{-1}$.

Por otra parte, García (2013) mencionó que esta variable es muy importante, ya que representa la parte que sostiene el desarrollo de la planta mediante la fotosíntesis. Aunque otros autores han citado que la expansión foliar es uno de los primeros procesos que se ven afectados ante el padecimiento de estrés (Nieves, 2010).

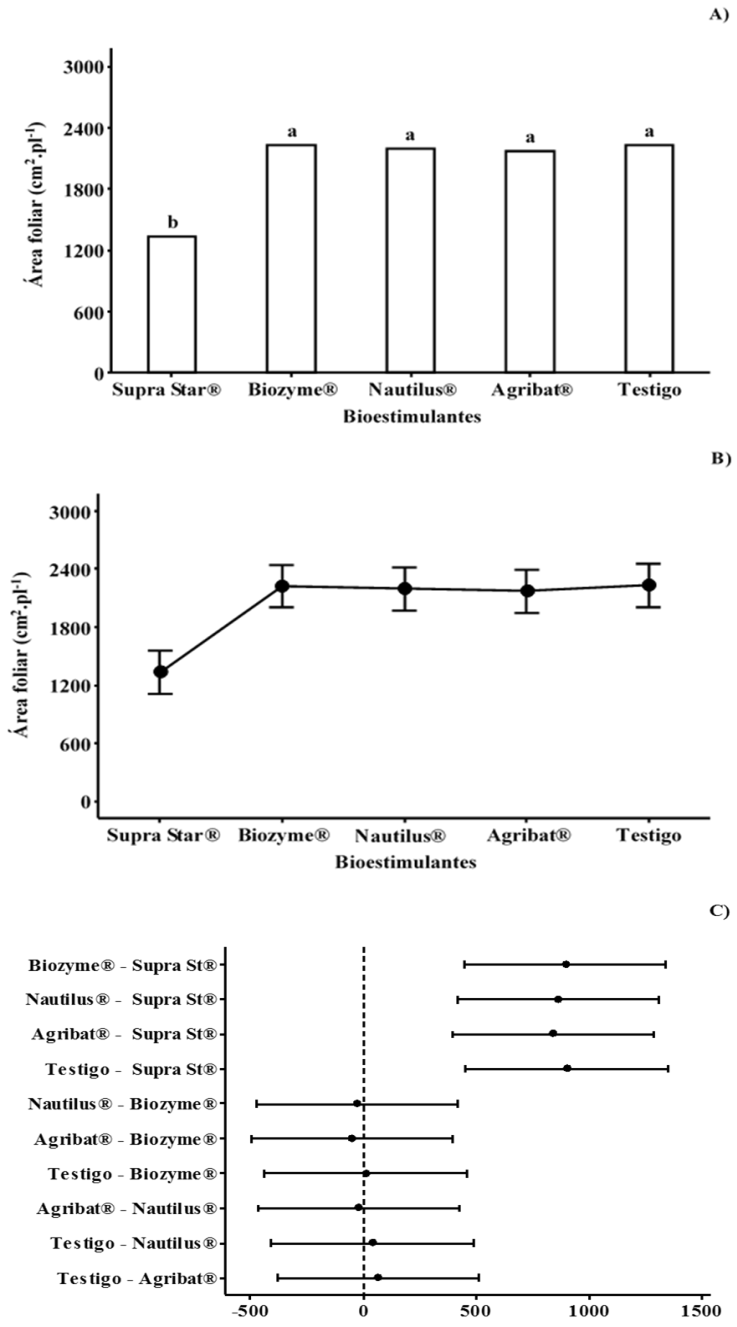


Figura 8. Área foliar de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para el área foliar con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas.

La acumulación de materia seca es comúnmente usada como parámetro para caracterizar el crecimiento, por tal motivo, un estudio del patrón de distribución de materia seca entre los órganos de la planta es importante para la evaluación de la tasa de crecimiento, productividad y rendimiento de los cultivos (Ñustez *et al.*, 2009).

En la materia seca de la planta, el T_4 (Agribat®), fue el que ofreció mayor cantidad de materia seca obteniendo una media de 42.736 $g.pl^{-1}$, mientras que el T_5 (testigo) obtuvo la menor materia seca con una media de 37.973 $g.pl^{-1}$, existiendo una diferencia de 4.763 $g.pl^{-1}$ (Figura 9a), entre tratamientos, por otra parte, se observa que entre el T_4 y el T_5 existe diferencia entre los tratamientos (Figura 9b), por lo tanto, la aplicación de los bioestimulantes si influye para esta variable, también se puede notar que existen diferencias significativas negativas con respecto al T_5, destacando al T_4 como el mejor (Figura 9c).

Estos resultados obtenidos se encuentran en el intervalo que reporto Galindo-García *et al.* (2015) en su experimento, debido a que obtuvo una media de 36.5 $g.pl^{-1}$ en la variedad Valenciana mientras que la variedad Rehilete acumuló 46.3 $g.pl^{-1}$, existiendo una diferencia del 17.5 % de materia seca a los 200 días después de la plantación. Sin embargo, Pérez *et al.* (2005) encontraron una media de 21.3 $g.pl^{-1}$ con la aplicación de etefón a una dosis de 1000 $mg.l^{-1}$ en un intervalo de un mes.

De acuerdo con este estudio realizado se observa que para obtener una mayor materia seca se requiere de un producto ecológico formulado por diversas sustancias naturales, materia orgánica y nutrientes organominerales, además de que contenga altas concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, S, ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales contiene el bioestimulante Agribat® siendo el mejor tratamiento en esta variable en este experimento.

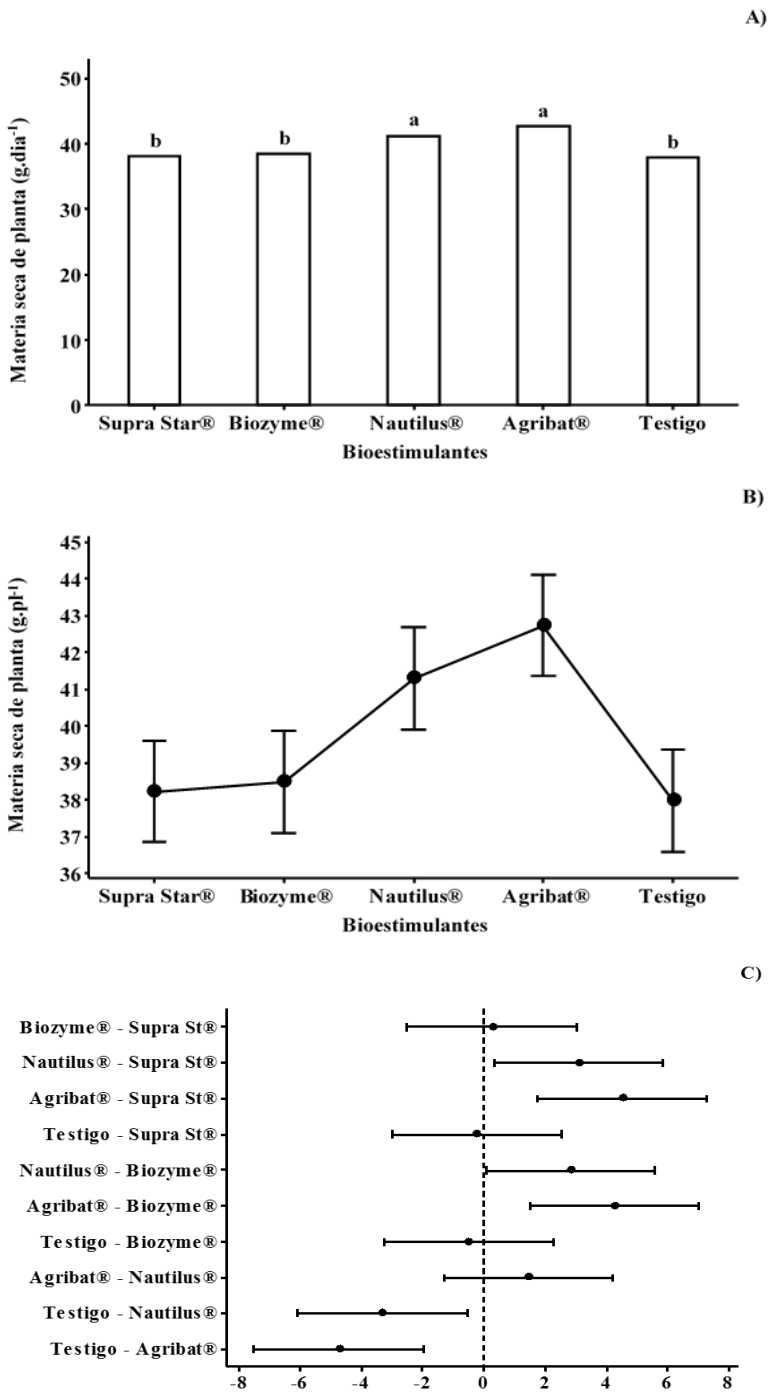


Figura 9. Materia seca de la planta de *Euphorbia pulcherrima;* en A) con diferentes bioestimulantes comerciales, medias con la misma literal en cada columna no son estadísticamente diferentes; en B) intervalos para la materia seca con un 95 % en índice de confianza para la media, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos; en C) índices de confianza simultáneos con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$); si un intervalo no contiene cero, las medias correspondientes son significativamente estadísticas.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos con los mejores resultados para la calidad de flor de *Euphorbia pulcherrima* (nochebuena), fueron el T_2 (Biozyme®), el cual obtuvo un incremento en el área de brácteas por planta y el T_4 (Agribat®), el cual mostró diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$) en la materia seca de brácteas, en relación a las plantas que no fueron fertilizadas, lo cual apoya el objetivo de este experimento, resultando ser una alternativa la aplicación de bioestimulantes para la obtención de una flor de calidad.

La utilización de los bioestimulantes comerciales influye en la calidad de la planta, debido a que Biozyme® y Agribat®, tuvieron diferencias estadísticas ($\alpha \leq 0.05$) en las variables tasa de crecimiento y materia seca de la planta, en relación a aquellas plantas que no fueron fertilizadas, mostrando mejores resultados, por otra parte, ninguno de los bioestimulantes favoreció al área foliar, obteniendo mejores resultados el testigo.

LITERATURA CITADA

Abad, B. M. 1993. Sustratos, características y propiedades. Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España. pp: 47-61.

Ariza, F. R., Barrios, A. A., Herrera, G. M., Barbosa, M. F., Aveces, A. M., Otero, S. M. A. y Tejacal, I. A. 2015. Fitohormonas y bioestimulantes para la floración, producción y calidad de lima mexicana de invierno. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6 (7): 1653-1666.

Avendaño, Q. J. B. 2011. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mili) variedad Lia en el C.E.A. 111 fundo los pichones. Tesis de Licenciatura de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. Perú. pp: 69-71.

Ayala-Arreola, J., Castillo-González, A. M., Valdez-Aguilar, L. A., Colinas-León, M. T., Pineda-Pineda, J. and Avitia-García, E. 2008. Effect of calcium, boron and molybdenum on plant growth and bract pigmentation in poinsettia. México. Revista Fitotecnia Mexicana 31: 165-172.

Azofeita, A. y M. A. Moreira. 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* CV. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense 29: 7784.

Ballinas, T. S. M. 2014. Interacción de fertilizantes organominerales y fertilizantes inorgánicos a diferentes concentraciones en la nutrición de la nochebuena. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. pp: 6-28.

Bing, A. 1987. Cornell poinsettia guidelines for Nueva York, E.U.A. Cornell Univercity. 4 pp.

Bugarín, M. R., Virgen, M. P., Gálvis, A. S., García, D. P., Hernández, T. M., Bojórquez, I. S. y A. Madueño M. 2011. Extracción de nitrógeno en seis especies olerícolas durante su ciclo de crecimiento. Bioagro 23:93-98.

Cabrera-Medina, M., Borrero-Reynaldo, Y., Rodríguez-Fajardo, A., Angarica-Baró, E. M. y Rojas-Martínez, O. 2011. Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annun*, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. Ciencia (4): 39.

Cabrera, R., J. Morán, M., F. Torres, Q., R. Pellon, B. y Granada, C., L. 2006. Producción de Nochebuena *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. en Morelos. Folleto Técnico No. 23. Zacatepec, Morelos, México. pp: 6-8.

Callejas-Ruiz, B. A., Castillo-González, A. M., Colinas-León, M. T., González-Chávez, M. C., Pineda-Pineda, J. y Valdez-Aguilar, L. A. 2009. Sustratos y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de nochebuena. Revista Chapingo Serie Horticultura 15 (1): 57-66.

Calvache, U. M. A. 2009. Evaluación de tres bioestimulantes foliares aplicados en el cultivo de rosa (*Rosae sp*.) Variedad limbo. Tabacundo – pichincha. Rumipamba 20: 13.

Carmichael, J. L. 1990. Manual de nochebuena. Plantec. Ed. No. 4. Amacuzac, Morelos, México. pp: 23.

Carmichael, J. L. 1991. Manual de Nochebuena. Sexta edición. Publicada por viveros Plantec, S.A. de C.V. Puente de Ixtla Morelos, México. pp: 23-25.

Chiariello, R. N., Mooney, A. H. y Williams, K. 1996. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. *In*: Pearcy R. W., Ehleringer J., Mooney A. H., Rundel P. W. (Eds.). Plant Physiological Ecology. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp: 327-365.

Cortes-Vivar R. A. 2007. El cultivo de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will.) una alternativa de producción en el valle del ocotito, estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. pp: 23-28.

Cruz, E. L. D. 2013. Relación nitrógeno-potasio en la solución nutritiva sobre el desarrollo y calidad en plantas de nochebuena. Tesis de maestría. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 107 pp.

Ecke, P., J. Faust, E., J. y Williams, A., H. 2004. The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing. Illinois, E.U.A. 287 pp.

Escalante-Estrada, J, A. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. México. Terra Latinoaméricana 17: 149.

Everett, T. H. 1981. The New York Botanical garden ilustred. Encyclopedia of Horticulture. 8: 15.

Fernández, P., L. 2013. Respuesta de la nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* CV. Valenciana al efecto de diferentes nutrimentos bajo condiciones de hidroponía en invernadero. Tesis de Doctorado de la Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 22 pp.

Fierro, A. A., Arce, O. C., González, L. M. M. y Rodríguez, A. F. 2006. El cultivo de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd) en Xochimilco D.F., su riego y fertirrigación. Universidad Autónoma Metropolitana México. pp: 128-130.

Galindo-García, D. V., Alia-Tejacal, I., Valdez-Aguilar, L. A., Colinas-León, M. T. Villegas-Torres, O. G., López-Martínez, V., Sainz-Aispuro, M. J. y D. Guillén-Sánchez. 2015. Extracción de macronutrimentos y crecimiento en variedades de nochebuena de sol nativas de México Revista Fitotecnia Mexicana 38 (3): 305-312.

García, F. P., Alía, I. T. Vargas, G. D., Valdez, L. A. A., Canul, J.K., López, V. M., Osuna, F. J. C., Colinas, M. T. L. Y Ramírez, S. R. 2013. Comportamiento de variedades comerciales de nochebuena en Morelos. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Zacatepec, Morelos, México. pp: 26-30.

García, S. D. 2017. Bioestimulantes Agrícolas, definición, principales categorías y regulación a nivel mundial. Serie vegetal 9. Artículos técnicos de INTAGRI. México. pp: 1-3.

Geo, J.B. 1991. Ball Red Book. Publishing Greenhouse Growing. Ed. 5 Town Road West, Chicago, E.U.A. 55 pp.

Gertrudis, P., Torres de la Noval, W. y G. Martin. 2006. Nota técnica: estimación del área foliar a partir de observaciones morfológicas convencionales en *Morus alba* var. Acorazonada. Pastos y forrajes 29 (3): 247.

Granados, E. E. F. 2015. Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocós, San Marcos. Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landivar. Coatepeque. 20 pp.

Guerrero, C. A. H. Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, (*Leucadendron* sp. Cv. Safary Sustet. Tesis de licenciatura. De la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 67 pp.

Hauner, A. 1993. Cultivars selection and development. PGA Conferencie Recap. The Poinsettia. The Journal for Poinsettia Professionals 6: 38-42

Hunt, R., Causton, D. R., Shipley, B. y Askew, A. P. 2002. A modern tool for classical plant growth analysis. Annals of Botany 90: 485-488.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2014. Censos económicos. Conteo de Población y Vivienda 2014, Resultados Definitivos, Puebla. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/.

Larson, R. A. 1988. Introducción a la floricultura. Editorial AGT. S. A. México. 597 pp.

López, M. 1992. Monografía, algunas consideraciones sobre el cultivo de la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will.) Ex. Klotezsch. Buena Vista Saltillo. Coahuila. pp: 6-8

López, M., N. N. 2012. Respuesta de brotación de dos variedades de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will.) a reguladores de crecimiento y manejo. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. pp: 6-33.

López, R. y G. Vera. 2003. Evaluación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del pepino (Cucumis sativus L.) variedad SS-5. Trabajo de Diploma, Universidad de Guantánamo, Cuba. pp: 10-25.

Martínez, G. A. 1988. Diseños Experimentales. Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas. México. 45 pp.

Martínez, G. L., Maqueira, L. L., Nápoles, G. M. C. y Núñez, V. M. 2017. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba 38 (2): 113-138.

Martínez, M. 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 622 pp.

Martínez, M. F. 1995. Manual de producción de nochebuena. Consultorio Oasis. Morelos, México. 87 pp.

Minitab, Inc. (2019). Software para estadísticas de Minitab, Versión 18 en español para Windows. State College, Pennsylvania. Recuperado de https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/

Nieves, E. J. 2010. Respuesta de la Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will.) al uso de fórmulas Hidropónicas y fertilizantes organominerales. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila, México. pp: 15-31.

Ñustez, L. C. E., Santos, C. M. y Segura, A. M. 2009. Dry matter allocation ande partitioning of four potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) in Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomia, Medellin 62 (1): 4823-4834.

Pacheco-Hernández, P., Sainz-Aispuro, M. J., Alia-Tejacal, I., Arteaga-Ramírez, R., Villegas-Torres, O. G., Unland-Weiss, H. E. K. 2014. Cuantificación microlisimétrica del consumo de agua en la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5 (8): 1481-1493.

Pérez, L. A., Carrillo, Salazar, J. A., Colinas, L. M. T. y Manuel S. V. 2005. Regulación del crecimiento de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) con etefón Agrociencia 39 (6): 639-646.

Pineda-Pineda, J., Castillo-González, A. M., Morales-Cárdenas, J. A., Colinas-León, M. T., Valdez-Aguilar, L. A., y Avitia-García, E. 2008. Efluentes y sustratos en el desarrollo de nochebuena. Revista Chapingo Serie Horticultura 14 (2): 131-137.

Qualset, C. O., Damania, A. B., Zanatta, A. C. y Brush, S. B. 1997. Locally based crop plant conservation. *In:* Maxted, N.; Ford-Lloyd, B. V. and Hawkes, J. G. (eds.). Plant genetic conservation the *In situ* Approach. First edition. Chapman Hall. Gran Bretaña pp: 160-175.

Quesada, R. G. y F. Bertsch H. 2013. Obtención de la curva de extracción nutrimental del híbrido de tomate FB-17. Terra Latinoamericana 31: 1-7.

Quintanar, A. F. 1961. Las Plantas Ornamentales. SARH México, D.F. pp: 87-91.

Ramos, L. C., Alcántar, G. G., Gálvis, A. S., Peña, A. L. y A. Martínez G. 2002. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en fertirriego. Terra Latinoamericana 20: 465-469.

Recanses, P. L. y Flores L. I. 1983. Cultivo de la poinsettia. Horticultura Internacional. 13: 3-13.

Saborío, F. P. D. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. *In:* fertilización foliar: principios y aplicaciones. Meléndez G. y E. Molina. (Eds.). Asociacion Costarricense de la ciencia del suelo. Costa Rica. pp: 107-124.

Saldaña, S. E. 1992. El cultivo de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will.) en la zona de Xochimilco, D.F. Tesis de Licenciatura. Departamento de fitotecnia. Chapingo, México. pp: 15-30.

Salgado, P. L. E. 2012. Respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes Foliares en el cultivo de alfalfa, en la zona de Yahuarcocha, provincia de Imbabura. Tesis de Licenciatura de la Universidad Técnica Babahoyo. Ecuador. pp: 6-7.

Sánchez, A., J. M. 1998. Evaluación de enraizadores y fertilizantes foliares sobre el enraizamiento y desarrollo del cultivo de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will ex.). Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila, México. 21 pp.

Sánchez, P. A. 2004. Análisis y diagnóstico nutricional en los cultivos sin suelo. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Presa. Madrid, España pp: 49-78.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Producción y comercialización de plantas de nochebuena. Recuperado de https://www.gob.mx/sagarpa/produccion-y-comercializacion-de-plantas-de-nochebuena.

Sedano-Castro G.; González-Hernández, V. A.; Saucedo-Veloz, C.; Soto-Hernández, M.; Sandoval-Villa, M. y Carrillo-Salazar, J. A. 2011. Rendimiento y calidad de frutos de calabacita con altas dosis de N y K. México. Terra Latinoamericana 29: 133-142.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. Ciudad de México. Recuperado de http://siap.gob.mx /cierreagricola/

Shanks, J. B. 1980. Poinsettias-Nochebuenas. *In*: Introduction to Floriculture. R. A. Larson, (Ed.) Academic Press, Nueva York, E.U.A. pp: 273-295.

Starkey, K. R. and Nielsen, N. E. 2001. Reduced N and K application increases the uptake of Ca and improves the quality of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). Holanda. Plant Nutrition 92: 312-313

Steinmamnn, V. W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en Mexico. Instituto de Ecología. A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro Michoacán 61: 61-93.

Stromme, E., Selmer, O. A. R., Gislerød, R. H. and Moe, R. 1994. Cultivar differences in nutrient absorption and susceptibility to bract necrosis in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). Alemania. Gartenbauwissenschaft 59: 6-12.

Tayupan, C., D. F. 2011. Validación del efecto de tres bioestimulantes radicales en viveros de rosa de la asociación agropecuaria. Proyecto de investigación de la Escuela Politécnica del Ejercito. Quintala, Patate, Ecuador. pp: 59-61

Tello, G. E. 2012. Efecto de la aplicación de bioestimulantes, fertilizantes foliares y el caolín, sobre el comportamiento agronómico y en la producción de la variedad de arroz (*Oryza sativa*) cr-4477 en finca la vega, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Tesis de Licenciatura del Tecnológico de Costa Rica. pp: 57-59.

Torres-Olivar, V., Villegas-Torres, O. G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejacal, I., Sainz-Aispuro, M. J. y Hernández-Pérez, A. 2018. Crecimiento y extracción nutrimental de nochebuena en respuesta a la relación nitrato: calcio y etapa fenológica. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9 (3): 683-690.

Trejo, L., Feria-Arroyo T. P., Olsen, K. M.; Eguiarte, L. E.; Arroyo B.; Gruhn, J. A. y Olson, M. E. 2012. Poinsettia's wild ancestor in the mexican dry tropics: historical, genetics, and environmental evidence. American Journal of Botany 99 (7): 1146–1157.

Valdés, A., G. 2008. Respuesta de la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild.) al uso de organominerales. Tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. pp: 9- 45.

Vargas-Araujo J., Andrade-Rodríguez M., Villegas-Torres O. G., Castillo-Gutiérrez A., Colinas-León M. T., Avitia-García E., y Alia-Tejacal I. 2017. Características reproductivas de nueve variedades de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*, Willd. ex Klotzch). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8 (2): 296-300.

Vleeschower, C., L. F. 2008. Comportamiento del Cultivo de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild.) al uso como sustrato de residuos industriales de origen textil. Tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. pp: 4-5.

Whipker, B. E. and P. A. Hammer. 1997 Nutrient uptake in poinsettia during different stages of physiological development. Journal of the American Society for Horticultural Science 122: 565-573.

White, P. J., Pineros, M., Tester, M. and Ridout, M. S. 2000. Cation permeability and selectivity of root plasma membrane calcium channel. USA. The Journal Membrane Biology 174: 71–83.

ANEXOS

Anexo 1. ANOVA de un solo factor para área de brácteas (ÁB, $cm^2.pl^{-1}$) en *Euphorbia pulcherrima* con la aplicación de diferentes bioestimulantes, con un 95 % en índice de confianza para la media.

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	8947050	2236762	14.67	0.000
Error	45	6860429	152454		
Total	49	15807479			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
390.454	56.60%	52.74%	46.42%

Comparaciones en parejas de Tukey con un índice de confianza del 95 %

Tratamiento	N	Media	agrupación
T2: Biozyme®	10	1938	a
T5: Testigo	10	1841	a
T3: Nautilus®	10	1833	a
T4: Agribat®	10	1793	a
T1: Supra Start®	10	800.1	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 2. ANOVA de un solo factor para materia seca de las brácteas ($g \cdot pl^{-1}$) de *Euphorbia pulcherrima* con la aplicación de diferentes bioestimulantes, con un 95 % en índice de confianza para la media.

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	10.05	2.5114	2.74	0.040
Error	45	41.19	0.9154		
Total	49	51.24			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.956769	19.61%	12.46%	0.75%

Comparaciones en parejas de Tukey con un índice de confianza del 95 %

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4: Agribat®	10	10.824	a
T3: Nautilus®	10	10.807	a
T2: Biozyme®	10	10.484	a
T1: Supra Start®	10	9.892	a
T5: Testigo	10	9.764	a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 3. ANOVA de un solo factor para tasa de crecimiento (cm.día^{-1}) en *Euphorbia pulcherrima* con la aplicación de diferentes bioestimulantes, con un 95 % en índice de confianza para la media.

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.01339	0.003347	0.97	0.433
Error	45	0.15527	0.003450		
Total	49	0.16866			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0587405	7.94%	0.00%	0.00%

Comparaciones en parejas de Tukey con un índice de confianza del 95 %

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2: Biozyme®	10	0.2600	a
T3: Nautilus®	10	0.2550	a
T1: Supra Start®	10	0.2270	a
T4: Agribat®	10	0.2270	a
T5: Testigo	10	0.2200	a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 4. ANOVA de un solo factor para área foliar (ÁF, $cm^2.pl^{-1}$) en *Euphorbia pulcherrima* con la aplicación de diferentes bioestimulantes, con un 95 % en índice de confianza para la media.

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	6120279	1530070	12.39	0.000
Error	45	5556697	123482		
Total	49	11676976			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
351.400	52.41%	48.18%	41.25%

Comparaciones en parejas de Tukey con un índice de confianza del 95 %

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T5: Testigo	10	2235.7	a
T2: Biozyme®	10	2227	a
T3: Nautilus®	10	2198	a
T4: Agribat®	10	2174	a
T1: Supra Start®	10	1335.7	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 5. ANOVA de un solo factor para materia seca de la planta (MS, $g.pl^{-1}$) en *Euphorbia pulcherrima* con la aplicación de diferentes bioestimulantes, con un 95 % en índice de confianza para la media.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	184.5	46.123	9.76	0.000
Error	45	212.7	4.726		
Total	49	397.2			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2.17405	46.45%	41.69%	33.89%

Comparaciones en parejas de Tukey con un índice de confianza del 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T4: Agribat®	10	42.736	a
T3: Nautilus®	10	41.307	a
T2: Biozyme®	10	38.481	b
T1: Supra Start®	10	38.220	b
T5: Testigo	10	37.973	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

BUAP

Oficio No. CRN-SA/TIT 006/2020
Asunto: Impresión de Tesis

C. Deniz Cristina Lucas López
Alumna del Complejo Regional Norte
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla
P R E S E N T E

*Con base en el dictamen emitido por el Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna (**Director de Tesis**), M.C. Gloria Vázquez Huerta y M.C. María del Rosario Hernández Tapia (**Revisores**), en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:*

"CALIDAD DE LA FLOR DE Euphorbia pulcherrima WILLD. EX KLOTZCH (NOCHEBUENA), MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES"

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
Chignahuapan, Pue. 07 de enero de 2020.

Mtra. Ariadna Leecet González Solís
Secretaria Académica

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA · COMPLEJO REGIONAL NORTE · SECRETARÍA ACADÉMICA · 1578

c.c.p. archivo
ALGS/mmg

Complejo Regional Norte | Av. Universidad s/n (corredor educativo) Chignahuapan, Puebla C.P. 73300 Tel. 01 797 9 71 14 03