



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y EXTRACCIÓN  
NUTRIMENTAL EN NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima*  
Willd. Ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
DESARROLLO RURAL**

**P R E S E N T A:**

**I.H. FRANCISCO JAVIER CARRILLO CEJA**

**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. Porfirio Juárez López

**CODIRECTOR DE TESIS**

Dr. Iran Alia Tejacal



Cuernavaca, Morelos.

Marzo de 2023

**EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN  
NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'**

Tesis realizada por **Francisco Javier Carrillo Ceja** bajo la Dirección de Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**

---

Director: Dr. Porfirio Juárez López

---

Codirector: Dr. Iran Alía Tejacal

---

Revisor: Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar

---

Revisor: Dr. Cid Aguilar Carpio

---

Revisor: Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro

---

Revisor: Dr. Víctor López Martínez

## AGRADECIMIENTOS

A la beca otorgada (1034064) por **CONACyT** para la realización de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos incluida en el Padrón Nacional de Posgrado.

A mi Comité Tutorial: Dr. Cid Aguilar Carpio, Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar, Dr. Víctor López Martínez y Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro; quienes coadyuvaron en el logro de los objetivos y realización de este trabajo.

Al Dr. Porfirio Juárez López y al Dr. Iran Alia Tejacal, por su paciencia, dedicación e inculcar pasión por el conocimiento y ayudar a seguir preparándome tanto profesional y personalmente.

Al Dr. Gastón Vargas Domínguez, por sus consejos, apoyo y amistad incondicional siempre.

A la M.C. Alyn Palacios Sosa, por su ayuda en laboratorio, amistad y consejos durante mi estadía durante mi formación académica.

A la I.H. Astrid Irlanda, por estar siempre, apoyarme en mi vida, decisiones, amistad y cariño gratamente incondicional.

## **DEDICATORIA**

A mis hijos Isaac Nicolas Carrillo Leana y Tadeo Carrillo Leana, por ser el motivo y razón de este y muchos logros en mi vida. Los amo.

A mi madre Rosa Isela Ceja Cervantes, por todo el amor y apoyo incondicional para concluir mis metas.

A mi padre Jorge Camargo Benítez, por toda su fortaleza, esfuerzo, educación y dedicación siendo el pilar de nuestra familia. Gracias, PAPÁ.

A mis hermanos Alexis Alberto Carrillo Ceja y Alan Carrillo Amparo, por creer en mí. Siempre estaré para ustedes.

A mis sobrinos Mérida Lizeth Carrillo Parada y Alexis Brunéi Carrillo Parada, por su cariño y amor incondicional.

A mi tío Cirenio Nicolás Ceja Cervantes (D.E.P.), por mostrarnos el valor de seguirnos preparando siempre. Con mucho cariño hasta el cielo.

A mí, por cada logro, cada caída que me ha dejado mucho que aprender, retos tanto profesionales como personales y mostrarme que puedo llegar más lejos si me lo propongo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	II
INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
Literatura citada .....	6
Objetivos .....	9
Objetivo general .....	9
Objetivos específicos .....	9
Hipótesis general .....	9
CAPITULO I .....	10
Análisis de crecimiento en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’ cultivada en invernadero .....	10
Resumen .....	10
Introducción .....	12
Materiales y métodos .....	13
Localización .....	13
Material vegetativo y aporte nutrimental .....	13
Muestreos y manejo del cultivo .....	14
Control fitosanitario .....	14
Variables evaluadas (medidas directas) .....	15
Altura de planta (cm) .....	15
Peso de materia fresca (g) .....	15
Peso de materia seca (g) .....	15
Área foliar (cm <sup>2</sup> ) .....	15
Cálculo de índices de crecimiento (medidas indirectas) .....	15
Resultados y discusión .....	17

Conclusiones .....	26
Literatura citada .....	27
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>30</b>
Extracción nutrimental en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex. Klotz)	
‘Prestige red’ .....	30
Resumen .....	30
Abstract .....	30
Keywords: plant growth, dry weight, nutrient concentration. ....	31
Introducción .....	31
Materiales y métodos.....	33
Localización .....	33
Material vegetativo, trasplante y poda .....	34
Nutrición de las plantas.....	34
Control fitosanitario.....	34
Muestreo .....	35
Variables evaluadas .....	35
Peso de materia seca (g).....	35
Concentración de macronutrientos .....	35
Extracción de macronutrientos .....	36
Análisis de datos.....	36
Resultados y discusión .....	37
Conclusiones .....	51
Literatura citada .....	52
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### CAPÍTULO I

Cuadro 1. Índices de crecimiento utilizados en el cultivo de nochebuena 'Prestige red' (adaptado de Barrera <i>et al.</i> , 2010). .....	16
--	----

### CAPITULO II

Cuadro 1. Concentración de macronutrientes en nochebuena en base seca. ....	41
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1. Temperatura mínima y máxima en el invernadero donde se cultivó nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	17
Figura 2. Humedad mínima y máxima en el invernadero donde se cultivó nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	18
Figura 3 Unidades calor (UC) en invernadero de nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	19
Figura 4. Altura de planta de nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	20
Figura 5. Materia fresca en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	21
Figura 6. Materia seca en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	22
Figura 7. Área foliar en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	23
Figura 8. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	24
Figura 9. Tasa de asimilación neta (TAN) en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	25
Figura 10. Tasa de crecimiento relativo (TCR) en nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	26

### CAPÍTULO II

Figura 1. Temperatura mínima y máxima en invernadero de nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	37
Figura 2. Humedad mínima y máxima en invernadero de nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch) ‘Prestige red’.....	38
Figura 3. Acumulación de materia seca total de plantas de flor de nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. Ex. Klotz) ‘Prestige red’ durante un ciclo de cultivo.....	39
Figura 4. Acumulación de materia seca en brácteas, hojas, tallos y raíces de plantas de nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. Ex. Klotz) ‘Prestige red’ durante un ciclo de cultivo.....	40



<b>Figura 5. Requerimiento de nitrógeno en nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex. Klotz) ‘Prestige red’</b> .....	<b>43</b>
<b>Figura 6. Requerimiento acumulado de fósforo en nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex. Klotz) ‘Prestige red’</b> .....	<b>45</b>
<b>Figura 7. Requerimiento acumulado de potasio en nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex. Klotz) ‘Prestige red’</b> .....	<b>47</b>
<b>Figura 8. Requerimiento acumulado de calcio en nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex. Klotz) ‘Prestige red’</b> .....	<b>48</b>
<b>Figura 9. Requerimiento acumulado de magnesio en nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex. Klotz) ‘Prestige red’</b> .....	<b>50</b>

## INTRODUCCIÓN GENERAL

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotz) es una planta de contenedor extremadamente importante a nivel mundial que es comercializada durante la navidad, algunos reportes indican que se producen 61 millones de plantas en Estados Unidos y cerca de 40 millones en Europa (Islam *et al.*, 2015).

En 2019, en México se establecieron 275 ha de nochebuena, con producción de 19.3 millones de plantas y un valor de producción de 718,372,220.00 pesos (SIAP, 2020) por lo que se considera la planta en contenedor de mayor importancia. El estado de Morelos genera 31.6 % de la producción nacional, y es el principal productor y comercializador de esta especie, seguido de Michoacán y Ciudad de México (SIAP, 2020).

Actualmente, en México la producción está basada en más de 60 variedades comerciales y la característica común es que todas se generaron fuera de México (Rodríguez-Rojas *et al.*, 2016). El atractivo estético y valor comercial de la nochebuena radica en las características de la bráctea, como son el color, la forma y el tamaño (Canul-Ku *et al.*, 2017). Las observaciones indican que los materiales de color rojo son los de mayor preferencia (90 %) (Lopez *et al.*, 2010), el 10 % restante se reparte en variedades con brácteas de color rosa, amarillo y combinación de colores.

Los productores de nochebuena indican que su cultivo es costoso porque la tecnología utilizada no es la apropiada para las condiciones donde se producen (Vázquez-Alvarado *et al.*, 2012). García-Pérez *et al.* (2009) indican que entre los factores que más afectan la competitividad de las plantas ornamentales en Morelos, está la gran diversidad en la calidad de las plantas que se producen, y los principales problemas son: el deficiente manejo nutrimental durante el desarrollo de las plantas, las plagas, enfermedades que se presentan y el manejo deficiente en postcosecha.

La fertilización de la nochebuena en Morelos se realiza mediante el riego de manera manual, se utiliza la dosis de 2 g de N-P-K 15-15-15 a cada planta en desarrollo vegetativo y 4 g de 15-5-20 a partir de la inducción a floración y desarrollo de brácteas (Galindo-García *et al.*, 2012); el anterior programa se rota con aplicaciones de 1 g L<sup>-1</sup> de nitrato de calcio, el cual se repite en dos ocasiones antes de aplicar un riego con agua sin fertilizantes por semana. Sin embargo, las cantidades de aplicación de fertilizantes se han realizado con base a recomendaciones generales y no con estudios de extracción nutrimental y validación de fórmulas de nutrición.

Es importante evaluar el desarrollo de la variedad de nochebuena 'Prestige red' para determinar las etapas fenológicas y proponer mejoras en su manejo agronómico, así como la relación con los factores que influyen en su crecimiento, lo cual es de suma importancia para la planeación y mejora de tiempos de producción y tiempos para su comercialización.

La necesidad de conocer la dinámica de la nutrición en la producción de nochebuena 'Prestige red' es de suma importancia para reducir los costos de fertilizantes y obtener plantas de calidad.

Los estudios sobre extracción nutrimental son útiles para conocer la demanda de nutrientes y las etapas de mayor absorción y ampliar los estudios sobre nutrición, obtener plantas de calidad y generar programas de nutrición, evitando así la contaminación por el uso excesivo de fertilizante, deterioro al ambiente y pérdidas económicas, como indican Azofeifa y Moreira (2005), por lo que se debe hacer investigación para utilizar racionalmente los fertilizantes.

La extracción de nutrientes por la nochebuena se ha determinado en variedades como 'Prestige' (Torres-Olivar *et al.*, 2018), 'Subjibi' (Whipker y Hammer, 1997) y 'Freedom' (Scoggins y Mills, 1998), quienes sugieren que durante el ciclo del cultivo de estas variedades se presentan diferentes periodos de demanda de macronutrientes. Algunas variedades ya han salido o están saliendo del mercado,

y nuevas variedades se están posicionando con mayor preferencia por los productores, comercializadores y consumidores, en México 'Prestige' y 'Prestige Maroon' son algunas de ellas.

Actualmente, el interés de generar curvas de acumulación en especies ornamentales es para resolver problemas de la correcta aplicación de los fertilizantes (Alvarado-Camarillo *et al.*, 2018). Con este conocimiento se podría desarrollar un programa que logre el máximo crecimiento de la especie y aumentar su calidad, así como la reducción de costos de fertilizantes, además de evitar la contaminación de agua y suelo (Galindo-García *et al.*, 2015). También se puede proponer futuras investigaciones donde se optimicen las relaciones de los fertilizantes y aplicar adecuadamente en cada fase fenológica la cantidad exacta de elementos minerales y también dosis de nutrición que mejoren la respuesta postcosecha de las plantas de nochebuena. Por ejemplo, Torres-Olivar *et al.* (2015) indican que en la variedad 'Prestige' durante la etapa de crecimiento radical es posible disminuir la concentración de  $\text{NO}_3^-$  de 12 a 10 meq  $\text{L}^{-1}$  y  $\text{Ca}^{2+}$  de 9 a 7 meq  $\text{L}^{-1}$ , sin afectar el crecimiento de la nochebuena, mientras que en la etapa de desarrollo vegetativo se debe mantener el  $\text{NO}_3^-$  en 10 meq  $\text{L}^{-1}$  y aumentar el  $\text{Ca}^{2+}$  de 7 a 9 meq  $\text{L}^{-1}$  y durante la etapa de pigmentación se debe mantener con 10 meq  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , mientras que el  $\text{Ca}^{2+}$  debe ser igual en el desarrollo vegetativo (9 meq  $\text{L}^{-1}$ ). Las relaciones antes mencionadas indican mayor extracción de N, P, K, Ca y Mg, se incrementa la concentración de K y características morfológicas y la producción de materia seca son más sobresalientes (Torres-Olivar *et al.*, 2018).

Para estudiar de manera cuantitativa la relación entre el suministro de nutrimentos y el crecimiento, se recurre por lo general a las técnicas de cultivo hidropónico con soluciones nutritivas, el cual consiste en reemplazar el suelo por el agua, o cualquier material inerte, que no proporcione a la planta nutrimento alguno. El aporte de nutrimentos se lleva a cabo añadiendo al sustrato inerte la solución nutritiva que contenga cantidades conocidas de varias sales inorgánicas cuyos aniones y cationes llevarán los elementos necesarios (Pérez y Martínez, 1994).

El análisis de crecimiento se refiere al uso de métodos cuantitativos que describen e interpretan el comportamiento de una planta creciendo bajo condiciones naturales, semi-naturales o controladas. Provee la capacidad para interpretar el desarrollo y crecimiento de la planta a través del tiempo, así como definir los criterios para elaborar el plan de manejo agronómico adecuado.

El análisis de crecimiento también sirve para estudiar las relaciones entre la fuente y la demanda, ya que la tasa de asimilación del cultivo (TAC) se aplica para estimar la fuerza de la demanda y la tasa relativa de crecimiento (TRC) para estimar la actividad de la demanda, mientras que el tamaño de la fuente de foto-asimilados está representado por el área foliar y su actividad por la tasa fotosintética unitaria (Ho *et al.*, 1989).

El análisis de crecimiento ha sido practicado con dos procedimientos distintos, el primero denominado análisis clásico, contempla medidas hechas a intervalos relativamente largos de tiempo usando un gran número de plantas; el segundo denominado análisis funcional, comprende medidas a intervalos de tiempo más frecuentes con un pequeño número de plantas y usa el método de regresión (Hunt, 1979).

En general las plantas presentan tres fases de crecimiento relacionadas con el peso de materia seca por unidad de superficie por cultivo o planta individual en relación con el tiempo, generalmente esta respuesta corresponde a una curva tipo sigmoideal, caracterizada por tres fases a) Fase logarítmica, donde el tamaño aumenta en forma exponencial con el tiempo, la rapidez de crecimiento es proporcional al tamaño del organismo, cuanto mayor sea este más rápido crece, abarca desde la germinación hasta la etapa juvenil, b) la fase lineal, donde el crecimiento vegetativo continúa a una velocidad casi constante y usualmente máxima por algún tiempo, por lo que se tiene la mayor demanda de agua y nutrientes y c) la fase del estado constante, donde se acumula la mayor cantidad de materia seca, se le conoce como madurez

fisiológica, en esta fase las ganancias en materia seca están equilibradas con las pérdidas (Gardner *et al.*, 1990).

Por lo anteriormente mencionado, la presente investigación se realizó en dos etapas: en la primera, se evaluó el crecimiento y se determinaron las tasas de crecimiento, mientras que en la segunda fase se cuantificó la extracción nutrimental en la variedad de nochebuena 'Prestige red'.

### Literatura citada

- Alvarado-Camarillo, D., Valdez-Aguilar, L. A., Cadena-Zapata, M. (2018). Crecimiento y programa de fertilización para *lisianthus* en base a la acumulación nutrimental. *Agroproductividad*, 11(8), 3-11.
- Azofeifa, Á., & Moreira, M. A. (2005). Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* CV. UCR 589) en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 29(1), 77-84.
- Canul-Ku J., F. García-Pérez, E. J. Barrios-Gómez, S. E. Rangel-Estrada, S. Ramírez-Rojas y F. J. Osuna-Canizalez (2017) Variación generada mediante recombinación genética en *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotszsch. *Agroproductividad* 10:13-17.
- Galindo-García, D. V., Alia-Tejacal, I., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, M. T., Canul-Ku, J., & Sainz-Aispuro, M. D. J. (2012). Producción de nochebuena de sol en Morelos, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(4), 751-763.
- Galindo-García, D. V., Valdez-Aguilar, L.A., Colinas-León, M.T., Villegas-Torres, O.G., López-Martínez, V., Sainz-Aispuro, M. J., Guillén-Sánchez, D. (2015). Extracción de macronutrimentos y crecimiento en variedades de nochebuena de sol nativas de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38(3): 305-312.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce y R.L. Mitchell. 1990. *Physiology of crop plants*. Second edition. Iowa State Press, Ames. 327 p.
- García-Pérez, F., Ramírez, S. R., Osuna, F de J. C., Ocampo, T. O. (2009). Enfermedades de las principales ornamentales de Morelos. SAGARPA, INIFAP, CIRPAS, CE Zacatepec. Folleto técnico Núm. 39. 30 p.
- Ho, L.C., Grange, R.I., Shaw, A.F. 1989. Source/sink regulation, pp. 306-343. *In*: Transport of photoassimilates. Baker, D., Millburn, J.A. (Eds.). Longman Scientific and Technical. Essex, U K.

- Hunt, R. 1979. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edit. Arnold Publishers, London.
- Islam A, Thorstensen T, Liu J. 2015. Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). Methods in Molecular Biology. Bangladés. Chapter 27: 347-356.
- Lopez R., J. Dole and J. Barrett (2010) Consumer poinsettia picks. *Green-house Product News* 20:28-30.
- Pérez G., Martínez L.F. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 102 p.
- Rodríguez-Rojas. T. J., M. Andrade R., O. G. Villegas T., I. Alia T., M. T. Colinas L. y J. Canul K. (2016) Producción de frutos y calidad de semilla en cru- zas de variedades de *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex. Klotzsch. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 33:433-457.
- Scoggins, H. L., Mills H. A. (1998). Poinsettia growth, tissue nutrient concentration, and nutrient uptake as influenced by nitrogen forma and stage of growth. *Journal of Plant Nutrition* 21(1): 191-198.
- SIAP. (2020). Anuario estadístico de la producción de agrícola. En línea: [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/). [Consultado el 2 de abril de 2022).
- Torres-Olivar, V., Villegas-Torres, O.G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejagal, I., Sainz-Aispuro, M de J., Pérez-Hernández, 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.
- Torres-Olivar, V., Villegas-Torres, O.G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejagal, I., López-Martínez V., Trejo-Téllez, L.I. (2015). Respuesta de la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzch) a la relación nitrato: calcio en tres etapas fenológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm 12: 2345-2357.*



Vázquez-Alvarado, J.M. P. A., García, F. P., Granada, L. C., Canul, J. K., Ramírez, S. R., Osuna, F de J. C. (2012). Cuertlaxóchitl-Nochebuena su pasado, presente y futuro en el estado de Morelos. INIFAP CIRPAC, CE Zacatepec. Publicación especial Núm. 52. 70 p.

Whipker, B. E., Hammer P. A. (1997). Nutrient uptake in poinsettia during different stages of physiological development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122(4): 565-573.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el crecimiento de nochebuena variedad cultivar 'Prestige red' y estimar su tasa de crecimiento y determinar la extracción nutrimental en una variedad comercial de nochebuena 'Prestige red'

### **Objetivos específicos**

- 1) Evaluar el crecimiento de nochebuena variedad cultivar 'Prestige red' y estimar su tasa de crecimiento.
- 2) Determinar la extracción de N, P, K, Ca y Mg en 'Prestige red' y generar información sobre los requerimientos nutrimentales durante el desarrollo del cultivo.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

La dinámica de crecimiento de nochebuena se ajusta a un modelo polinomial de segundo grado (ecuación cuadrática), asimismo, la extracción de macronutrientes es mayor durante la fase de floración y pigmentación de brácteas en 'Prestige red'.

## CAPITULO I

### **Análisis de crecimiento en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red' cultivada en invernadero**

#### **Resumen**

En México la producción de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) es de gran importancia cultural y económica. Para poder evaluar su productividad, se utilizan técnicas matemáticas de análisis de crecimiento vegetal por medio de las cuales se obtienen datos sobre los procesos fisiológicos de la planta. Esto nos permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca. Por lo que, el objetivo de la investigación fue evaluar el crecimiento de nochebuena cultivar 'Prestige red' y estimar sus tasas de crecimiento. El experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México. La variedad usada fue 'Prestige red' y el aporte nutrimental se realizó con la solución nutritiva de Steiner. Los muestreos se realizaron de manera aleatoria considerando ocho repeticiones en cada fecha, la unidad experimental fue una maceta que contenía una planta de nochebuena. Los muestreos fueron a los 8, 41, 76, 98, 120, 144, 162 y 183 días después del trasplante (ddt). Durante el crecimiento de la planta se registró la temperatura máxima y mínima, con lo cual se calcularon las unidades calor, también se reportó la humedad relativa. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, peso de la materia fresca y seca, área foliar. Con los datos del área foliar y materia seca, se estimó la tasa de asimilación neta (TAN), tasa absoluta de crecimiento (TAC) y tasa de crecimiento relativo (TCR), asimismo, para las tasas de crecimiento se realizaron análisis de regresión. En el crecimiento de las plantas de nochebuena 'Prestige red' se vieron determinadas por las condiciones que se cultivó, así como las etapas fenológicas. Se requirieron 3325 UC desde el trasplante hasta su etapa de comercialización para su desarrollo adecuado. El peso de materia fresca y seca tuvo dos fases: la primera, del trasplante hasta los 80 ddt con menor incremento, y la segunda fase de los 81 hasta los 120 días con mayor incremento.

Estas dos fases estuvieron asociadas al incremento en el área foliar. La mayor TCA fue a los 120 ddt, la TCR más alta se registró a los 98 ddt ( $0.036 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), y la máxima TAN fue a los 41 y 76 ddt.

**Palabras clave:** altura, área foliar, peso fresco, peso seco.

### **Abstract**

In Mexico, the production of poinsettias (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) is of great cultural and economic importance. In order to evaluate its productivity, mathematical techniques of plant growth analysis are used to obtain data on the physiological processes of the plant. This allows us to analyze plant growth through the accumulation of dry matter. Therefore, the objective of the research was to evaluate the growth of poinsettia cultivar 'Prestige red' and to estimate its growth rates. The experiment was conducted at the Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, Mexico. The cultivar used was 'Prestige red' and the nutrient supply was made with Steiner's nutrient solution. Sampling was carried out randomly considering eight replications on each date, the experimental unit was a pot containing one poinsettia plant. Sampling was carried out at 8, 41, 76, 98, 120, 144, 162 and 183 days after transplanting (dat). During plant growth, the maximum and minimum temperatures were recorded, with which the heat units were calculated, and the relative humidity was also reported. The variables evaluated were plant height, fresh and dry matter weight, and leaf area. With the leaf area and dry matter data, the net assimilation rate, absolute growth rate and relative growth rate were estimated, and regression analyses were performed for the growth rates. The growth of 'Prestige red' poinsettia plants was determined by the conditions under which it was grown, as well as the phenological stages. A total of 3325 UC were required from transplanting to the commercialization stage for adequate development. Fresh and dry matter weight had two phases: the first, from transplanting to 80 ddt with a lower increase, and the second phase from 81 to 120 days with a higher increase. These two phases were associated with an increase in leaf area. The highest AGR was at 120 ddt, the

highest RGR was recorded at 98 ddt ( $0.036 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), and the maximum NARN was at 41 and 76 ddt.

**Keywords:** height, leaf area, fresh weight, dry weight.

## Introducción

Actualmente, en México la producción de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) está basada en más de 60 variedades comerciales (Rodríguez-Rojas *et al.*, 2016). El atractivo estético y valor comercial radica en las características de la bráctea, como son el color, la forma y el tamaño (Canul-Ku *et al.*, 2017). Las observaciones indican que los cultivares de color rojo son los de mayor preferencia (90 %) (López *et al.*, 2010), el 10 % restante se reparte en variedades con brácteas de color rosa, amarillo y combinación de colores.

El crecimiento vegetal es un incremento irreversible en las dimensiones de la planta, es un aumento constante en su tamaño acompañado por procesos morfológicos y de diferenciación celular (Di Benedetto *et al.*, 2016; Taiz *et al.*, 2014). Es un proceso fisiológico complejo que depende de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación y la diferenciación entre otros. Está influenciada por factores genéticos y ambientales como temperatura, luz, densidad de población, disponibilidad de agua y de nutrimentos (Aguilar-Carpio *et al.*, 2021).

Para poder evaluar la productividad de un cultivo, se utilizan técnicas matemáticas de análisis de crecimiento vegetal por medio de las cuales se obtienen datos sobre los procesos fisiológicos de la planta, cambios estructurales y bioquímicos específicos que ocurren de acuerdo a los patrones de división y diferenciación celular y que tienen relación con el ambiente natural o controlado (Barraza *et al.*, 2015).

El análisis de crecimiento permite interpretar el desarrollo y funcionamiento de la planta a través del tiempo y definir criterios para su manejo agronómico (Aguilar-

Carpio *et al.*, 2018) a partir de medidas directas del crecimiento como peso seco (PS), área foliar (AF) y tiempo (T), mientras que las medidas derivadas como tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento relativo (TCR) y tasa absoluta de crecimiento (TAC), son calculadas a partir de las medidas directas (Santos-Castellanos *et al.*, 2010). Estos índices permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca, la cual depende del tamaño del área foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Barrientos-Llanos *et al.*, 2015).

Existen pocos estudios relacionados al análisis de crecimiento en nochebuena por lo que, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el crecimiento de nochebuena variedad cultivar 'Prestige red' y estimar sus tasas de crecimiento.

## **Materiales y métodos**

### **Localización**

El estudio se realizó bajo cubierta plástica de color blanco de calibre 720 y una capacidad de sombreo de 50 % en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, localizado en Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México; a 18° 58' 51" LN, 99° 13' 55" LO y altura de 1,866 msnm.

### **Material vegetativo y aporte nutrimental**

Se adquirieron esquejes de 21 días de enraizados de la variedad 'Prestige red' en la empresa Floraplan® de aproximadamente 10 cm de largo 0.7 mm de diámetro y tres hojas verdaderas. Los esquejes fueron trasplantados el 28 de mayo del 2020 en contenedores de 1.2 litros de capacidad en color negro utilizando como sustrato tezontle con granulometría de 1 a 5 mm de diámetro. Se manejó una densidad de 9 plantas m<sup>-2</sup>. Se realizó una poda de ápice a los 35 días después del trasplante (ddt).

A partir de esto se consideró el inicio de la etapa de desarrollo vegetativo. La etapa de floración se consideró a los 133 ddt que corresponde al inicio de la formación de las brácteas de transición.

La nutrición mineral se realizó considerando el 100 % de la solución universal (Steiner, 1984) cada tercer día, y se hizo un riego sin fertilizantes después de cada dos riegos continuos con las sales minerales desde los 8 ddt hasta los 183 ddt.

Para la preparación de las soluciones nutritivas se emplearon fertilizantes comerciales solubles para su uso en fertirriego: nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de potasio y fosfato monopotásico utilizando agua potable y se consideró la aportación de nutrientes para la preparación de la solución. El pH de las soluciones nutritivas se acidificó a un pH de 5.5 con ácido sulfúrico y una conductividad eléctrica  $2.0 \pm 0.1$ . Para los micronutrientes se utilizó una mezcla comercial Ultrasol<sup>®</sup> micro Mix SQM, la cual contiene Fe (7.5%), Mn (3.7), B (0.4%), Zn (0.6%), Co (0.3%) y Mo (0.2).

### **Muestreos y manejo del cultivo**

Los muestreos se realizaron de manera aleatoria considerando ocho repeticiones en cada fecha, la unidad experimental fue una maceta que contenía una planta de nochebuena. Los muestreos fueron a los 8, 41, 76, 98, 120, 144, 162 y 183 días después del trasplante (ddt). En el ciclo del cultivo se muestrearon 64 plantas en total. Las plantas seleccionadas se cosecharon en horario temprano para evitar marchitamiento y se les hizo un lavado de raíz para retirar el sustrato.

### **Control fitosanitario**

Cada 20 días se realizaron aplicaciones de fungicidas: Cercobin<sup>®</sup> (Metil tiofanato, BASF<sup>®</sup>) y Daconil, en dosis de  $1 \text{ g L}^{-1}$  para la prevención y control de *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., para pudriciones de raíz se aplicó Previcur N (Propamocarb + Fosetil)

a 0.5 mL L<sup>-1</sup> más Promyl (Benomilo) a 0.5 g L<sup>-1</sup>. Para el control de mosca negra (*Fungus gnat*) se utilizó Vydate L (Oxamil 24 %) 1 mL L<sup>-1</sup> aplicado en *drench* para el control de larvas de la mosca negra. Para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia argentifolii*), se utilizó Venom (Dinotefuran) a 1 g L<sup>-1</sup> en *drench* para el control de estadios inmaduros de mosca blanca, mientras que para control de adultos se aplicó Evisect (Tiocyclam-Hidrogenoxalato 49.5 %) a 0.75 g L<sup>-1</sup> vía foliar. Para control de araña roja (*Tetranychus urticae*) se aplicó Thor® (Abamectina 1.8 %) vía foliar a dosis de 1 mL L<sup>-1</sup>. Para las malezas se utilizó control de manera manual.

### **Variables evaluadas (medidas directas)**

#### **Altura de planta (cm)**

La altura de la planta se midió desde la base hasta el ápice de la planta, con una regla graduada en cm.

#### **Peso de materia fresca (g)**

Para el peso de la materia fresca Se cosecharon tallos y hojas, y se cuantificó el peso con una báscula OHAUS® con aproximación de 0.01 g.

#### **Peso de materia seca (g)**

La materia fresca cosechada (tallos y hojas) se secó en una estufa Luzeren® Modelo Pro1002498 a 70 °C con aire forzado, hasta peso constante.

#### **Área foliar (cm<sup>2</sup>)**

El área foliar Se determinó con un medidor de área foliar modelo LI-3100C, LICOR®, tomando en cuenta hojas y brácteas cuando estuvieran presentes

### **Cálculo de índices de crecimiento (medidas indirectas)**

Con los datos registrados del área foliar y materia seca, se estimaron los índices: TAN, TAC y TCR, con base en las ecuaciones del Cuadro 1.



Cuadro 1. Índices de crecimiento utilizados en el cultivo de nochebuena 'Prestige red' (adaptado de Barrera *et al.*, 2010).

Índice de crecimiento	Símbolo	Ecuación	Unidades
Tasa de asimilación neta	TAN	$TAN = \left(\frac{PS2 - PS1}{T2 - T1}\right) / \left(\frac{\ln AF2 - \ln AF1}{AF2 - AF1}\right)$	$g\ cm^{-2}\ día^{-1}$
Tasa absoluta de crecimiento	TAC	$TAC = \frac{PS2 - PS1}{T2 - T1}$	$g\ día^{-1}$
Tasa de crecimiento relativo	TCR	$TCR = \left(\frac{\ln PS2 - \ln PS1}{T2 - T1}\right)$	$g\ g^{-1}\ día^{-1}$

PS= peso de materia seca, AF= área foliar, T= tiempo, Ln= logaritmo natural.

Durante el crecimiento de la planta se registró La temperatura máxima y mínima, y la humedad relativa se midieron con un registrador de datos (data logger) de la marca HOBO® modelo MX2301a. Las unidades calor se estimaron con el método residual de Snyder (1985):

$$UC = \frac{T_{máx} + mín}{2} - TB$$

Dónde TB es la temperatura base (5 °C) (Pérez-López *et al.*, 2005).

### Análisis de datos

Las figuras se realizaron con el programa Microsoft Excel, y para las tasas de crecimiento se realizaron análisis de regresión para obtener las ecuaciones correspondientes.

## Resultados y discusión

### Condiciones ambientales durante el desarrollo del experimento

Las temperatura mínima y máxima registrada en el periodo de junio a noviembre del 2020 fue de 12 y 35 °C (Figura 1). La temperatura mínima y máxima del establecimiento de las plantas (junio) fue de 14 y 34 °C, en desarrollo vegetativo (julio, agosto y septiembre) oscilaron entre 13 y 31 °C y en inicio de floración (octubre) la temperatura mínima y máxima registrada fue de 12 y 32 °C. Ecke *et al.* (2004) indican que la temperatura promedio diaria óptima para el desarrollo de la nochebuena es entre 23 °C y 26 °C, y que arriba de 26 °C la velocidad de crecimiento de la nochebuena disminuye, mientras que cuando son temperaturas menores a 10 °C o mayores a 30 °C el desarrollo se detiene. Durante el presente trabajo se observó que las plantas tuvieron un crecimiento y desarrollo adecuado.

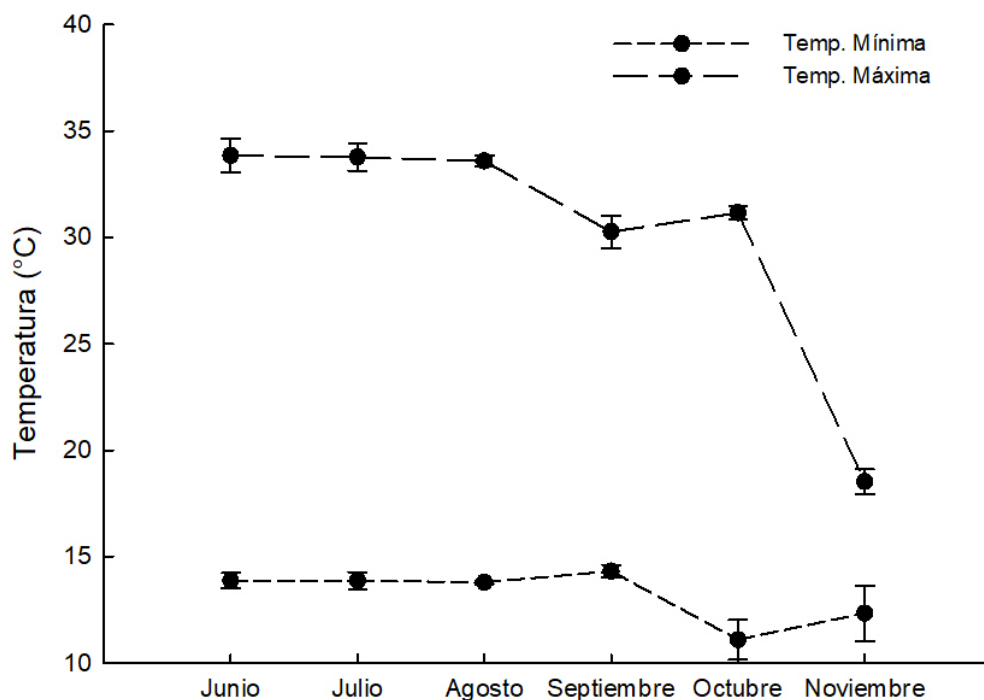


Figura 1. Temperatura mínima y máxima en el invernadero donde se cultivó la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

La humedad relativa mínima y máxima registrada durante el trabajo realizado fue 40% y 100%, respectivamente (Figura 2). Ecke *et al.* (2004) mencionaron que la

humedad relativa no tiene un efecto directo en el crecimiento, pero sí afecta reduciendo la evapotranspiración en condiciones de baja humedad, provocando que la planta se deshidrate más rápido. Cabe mencionar que cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades.

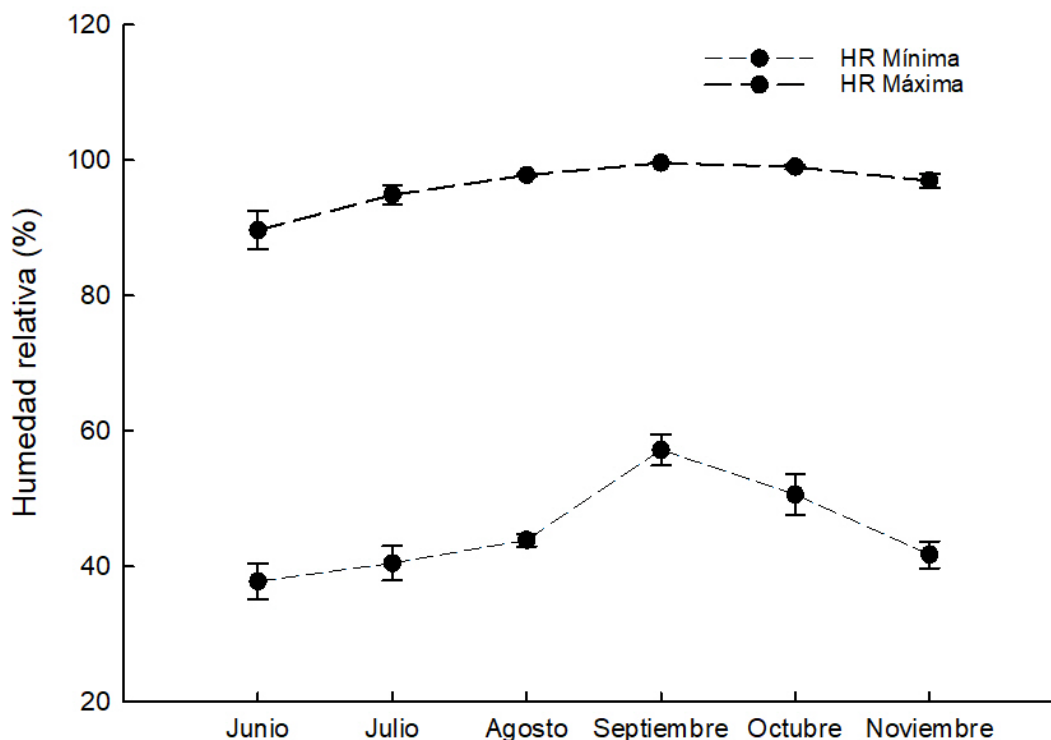


Figura 2. Humedad mínima y máxima en el invernadero donde se cultivó nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

En la etapa de establecimiento, desarrollo y floración se acumularon 765 UC, 2603 UC y 3325 UC, respectivamente (Figura 3). Los datos se ajustaron a una ecuación lineal, la cual indica una acumulación de UC por día de 18. En estudios realizados en nochebuena 'Subjibi' se mostró que durante la etapa de desarrollo vegetativo las plantas acumularon 2270 UC (Pérez-López et al., 2005), resultados similares en este experimento donde en la etapa vegetativo se acumuló 2603 UC.

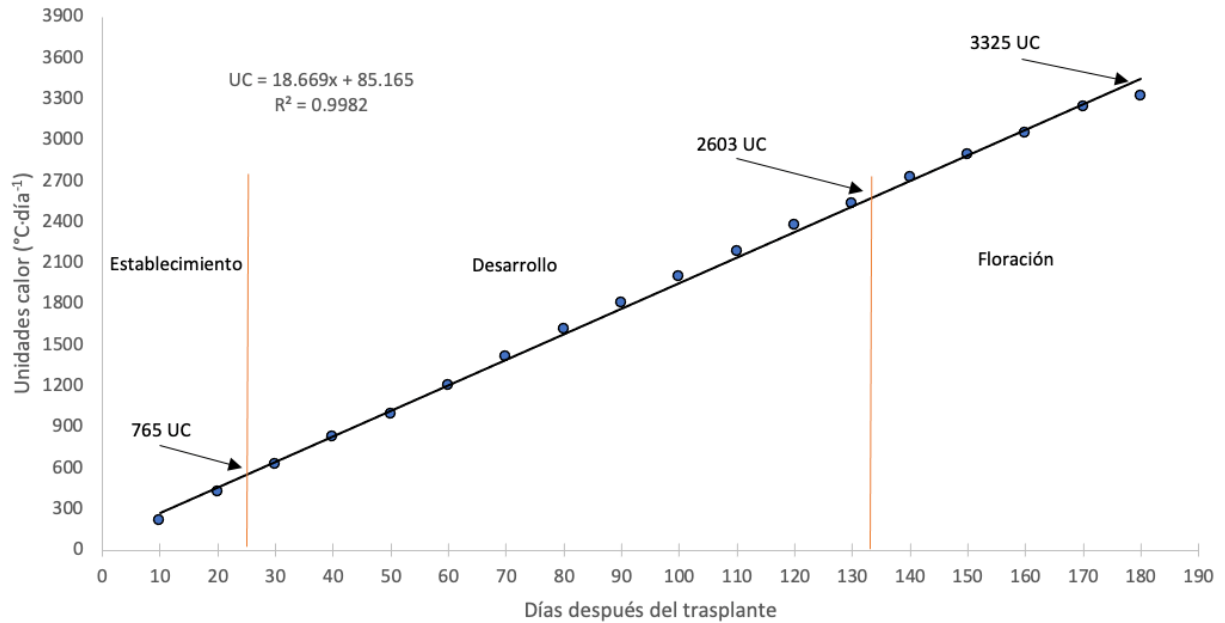


Figura 3. Unidades calor (UC) en invernadero de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Altura de planta

Las plantas de nochebuena presentaron la máxima altura a los 183 ddt que fue de 35 cm (Figura 4). El mayor desarrollo en la altura fue de los 76 ddt a los 183 ddt con un aumento promedio de 22 cm (Figura 4).

En nochebuena de interior, Wilfret y Bell (1998) indicaron que la altura ideal en contenedores de 15 cm, es entre 28 y 30 cm, similar a lo que se obtuvo en el presente trabajo. Ecke *et al.* (2004) mencionan que la altura de la planta y elongación de tallos es influenciada por la temperatura, luminosidad, humedad relativa, la nutrición, entre otros.

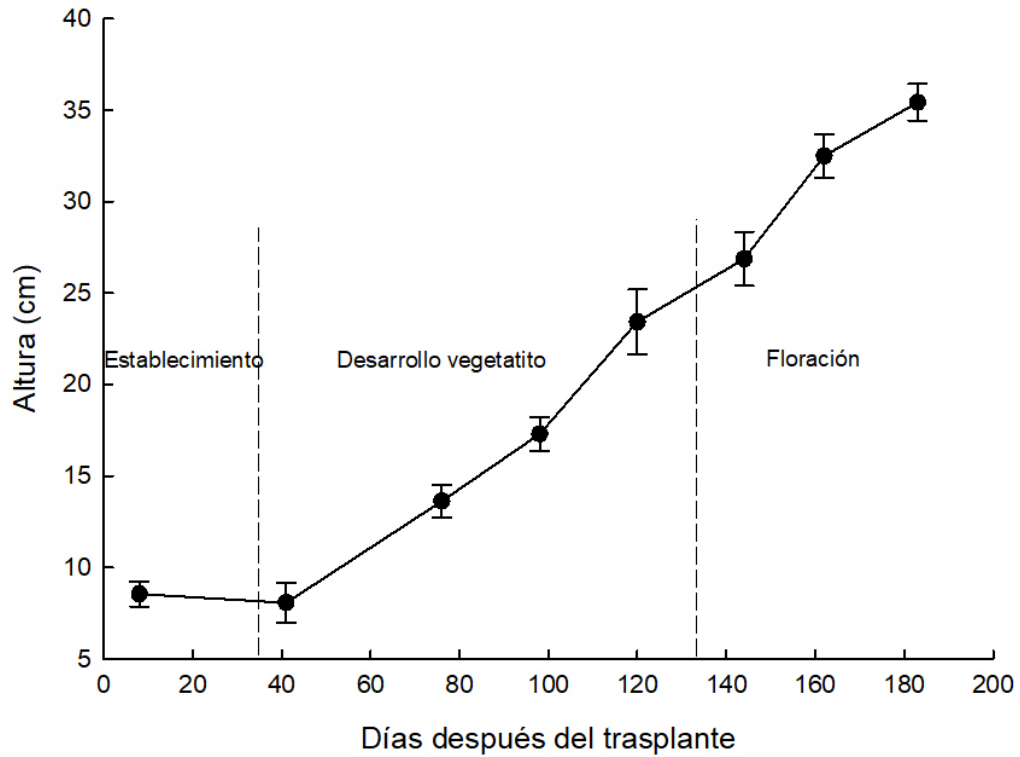


Figura 4. Altura de planta de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Materia fresca

El peso de la materia fresca de las plantas a los 8 ddt fue de 5 g, posteriormente se incrementó de forma significativa después de 74 días (24 g) (Figura 5). Entre los 70 y 183 ddt el peso de materia fresca mostró un crecimiento exponencial alcanzando hasta 292 g (Figura 5).

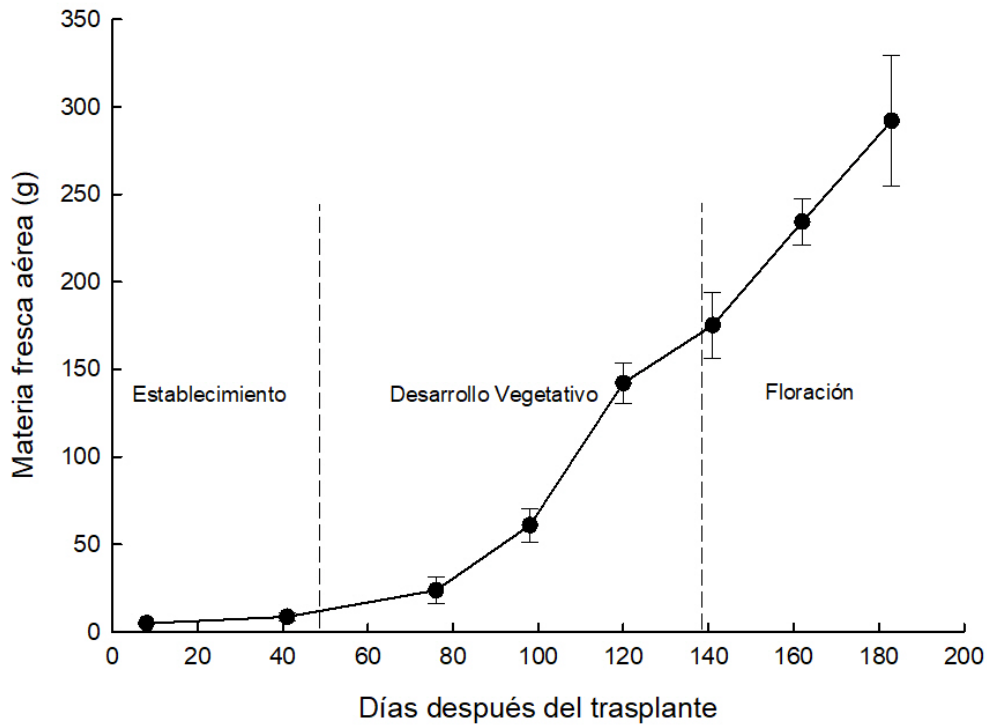


Figura 5. Materia fresca aérea en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Materia seca

Para la materia seca se observó un incremento significativo durante el desarrollo vegetativo, inductivo y floración (Figura 6). La acumulación de materia seca aérea en el último muestreo (183 ddt) fue de 56 g.

En nochebuena Subjibi, Whipker y Hammer (1997) reportaron que la mayor acumulación de materia seca ocurre después de la etapa vegetativa, similar a lo que sucede en los datos presentes registrados.

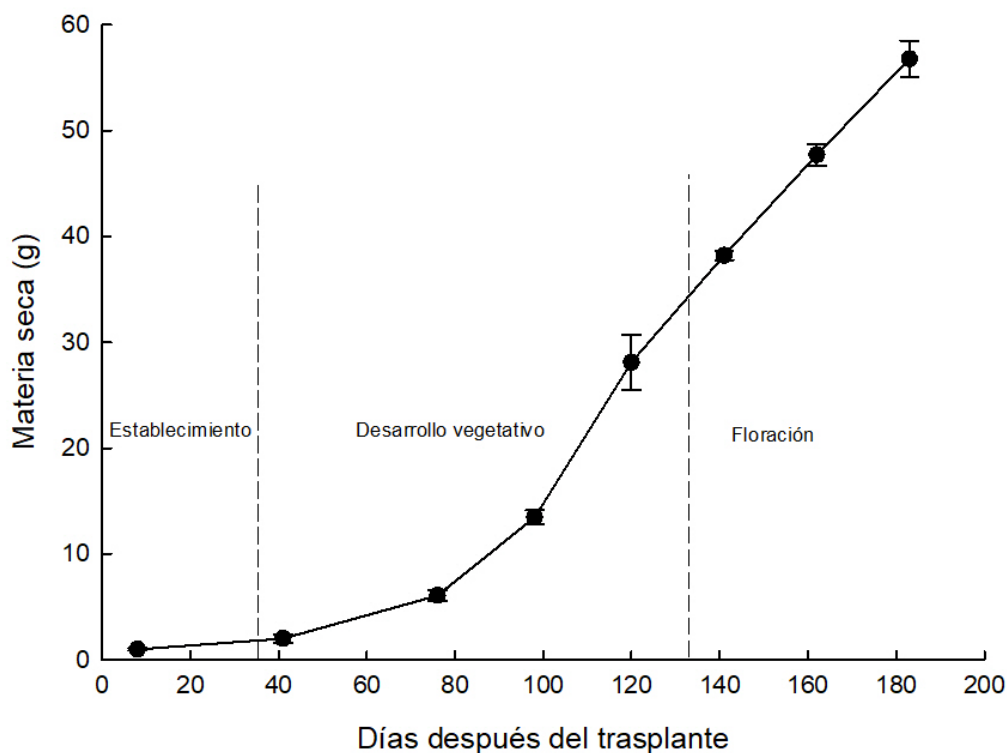


Figura 6. Materia seca aérea en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Área foliar

La máxima área foliar se obtuvo a los 183 ddt que fue de 7517 cm<sup>2</sup> (Figura 7). Al respecto, García-Pérez *et al.* (2013) reportaron para 'Freedom Red' y 'Festival Red' valores de 2684 y 1885 cm<sup>2</sup> respectivamente, así como en 'Subjibi' se alcanzó 2072 cm<sup>2</sup> (Martínez-Tecpan *et al.*, 2011), datos muy diferentes a lo observado en el presente trabajo. Lo anterior, posiblemente debido al genotipo utilizado y época de muestreo. Las brácteas de transición comenzaron a pigmentar a partir de los 133 ddt. Las brácteas representaban 35 % del follaje a los 162 días después del trasplante.

Ballinas-Tejeda (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 como una planta de mejor calidad, en virtud de que el área colorida (pigmentación) es mayor y en consecuencia una mejor vista para su comercialización.

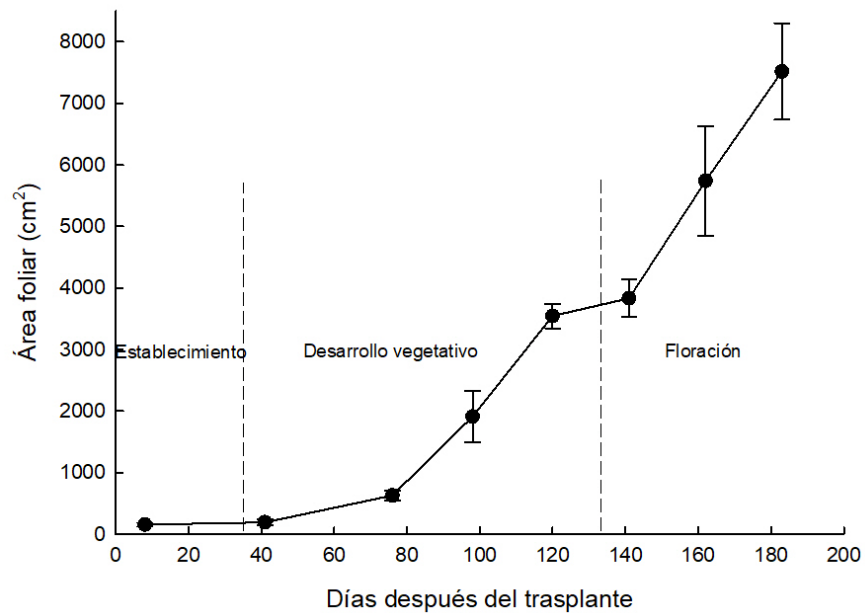


Figura 7. Área foliar en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Tasa de crecimiento absoluto (TCA)

La mayor TCA se mostró a los 120 ddt. Periodo en el que se presentó la mayor velocidad en la producción de materia seca por unidad de tiempo. Los valores de la gráfica se ajustaron a un polinomio de segundo grado.



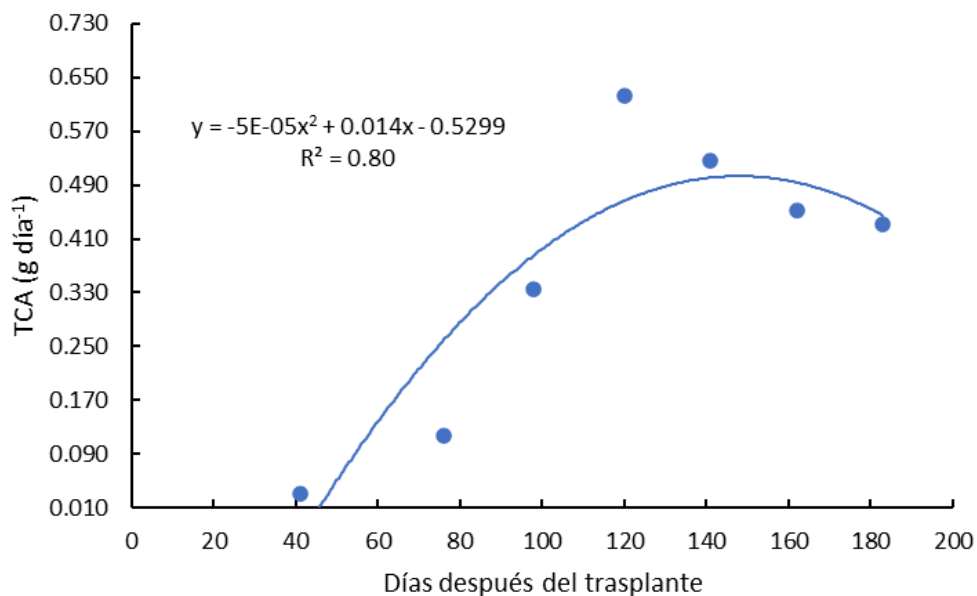


Figura 8. Tasa de crecimiento absoluto (TCA) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Tasa de asimilación neta (TAN)

Es un indicador de la tasa de producción de materia seca por unidad de área foliar por tiempo. En la Figura 9 se presenta la TAN en donde la mayor producción ( $0.00031 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ) se observó entre los 41 y 76 ddt, y esta fue disminuyendo a través del tiempo. Los datos fueron ajustados a una ecuación polinómica de segundo grado.

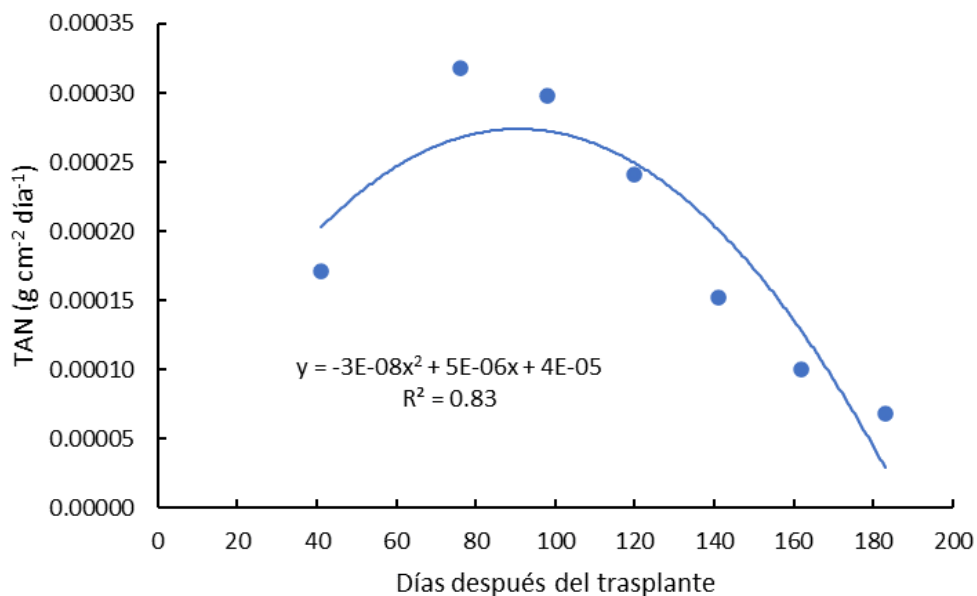


Figura 9. Tasa de asimilación neta (TAN) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Tasa de crecimiento relativo (TCR)

Se define como el incremento de materia seca por unidad de materia seca existente y por unidad de tiempo. En la gráfica (Figura 10), se puede observar que la máxima TCR ( $0.036 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) fue a los 98 ddt, que fue donde se presentó la mayor producción de materia seca respecto al muestreo anterior, después de los 120 ddt la TCR fue en descenso, esto se debió a que la planta detuvo su crecimiento vegetativo y empezó a generar otras estructuras. Es importante indicar que los datos se ajustaron a una ecuación cuadrática de segundo grado.

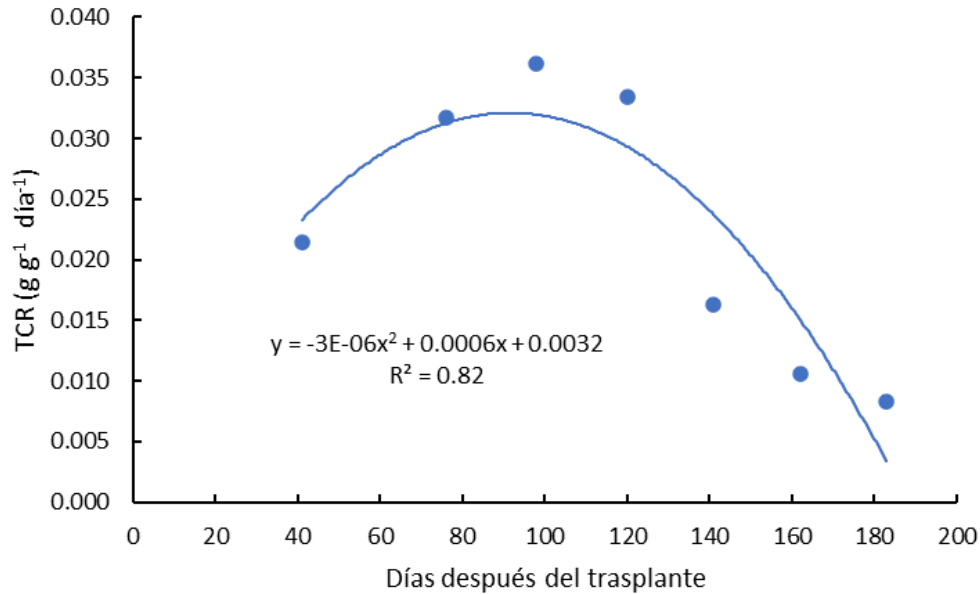


Figura 10. Tasa de crecimiento relativo (TCR) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Conclusiones

En el crecimiento de las plantas de nochebuena 'Prestige red' se vieron determinadas por las condiciones que se cultivó, así como las etapas fenológicas. Se requiere de 3325 UC desde el trasplante hasta su etapa de comercialización para su desarrollo adecuado. El peso de materia fresca y seca tuvo dos fases: la primera, del trasplante hasta los 80 ddt con menor incremento, y la segunda fase de los 81 hasta los 120 días con mayor incremento. Estas dos fases estuvieron asociadas al incremento en el área foliar. La mayor tasa de crecimiento absoluto fue a los 120 ddt, la tasa de crecimiento relativo más alta se registró a los 98 ddt ( $0.036 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ), la máxima tasa de asimilación neta estuvo presente entre los 41 y 76 ddt. En el desarrollo vegetativo es donde se presentó el mayor crecimiento de las plantas.

### Literatura citada

- Aguilar-Carpio, C., González-Maza, S. V., Juárez-López, P., Alía-Tejagal, I., Palemón Alberto, F., Arenas-Julio, Y. R., y Escalante-Estrada, A. S. 2021. Análisis de crecimiento de epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) cultivado en invernadero. *Biotecnia*. 23(2):113–19.
- Aguilar-Carpio, C., Juárez-López, P., Campos-Aguilar, I. H., Alía-Tejagal, I., Sandoval-Villa, M., y López-Martínez, V. 2018. Análisis de crecimiento y rendimiento de uchuva (*Physalis peruviana* L.) cultivada en hidroponía e invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 24(3):191-202.
- Ballinas-Tejeda, 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.
- Barraza A., Benavides B., y Tamayo, Y. 2015. Análisis de crecimiento del cultivo de balsamina (*Momordica charantia* L.) en semillero. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 32(1):24.
- Barrientos-Llanos, H., Del Castillo-Gutiérrez, C. R., y García-Cárdenas, M. 2015. Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y traslocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz*. 2(1):7-118.
- Barrera, J., y Melgarejo, L. 2010. Análisis de crecimiento en plantas. Experimentos en fisiología y bioquímica vegetal. (1978) 25-38.
- Canul-Ku J., F. García-Pérez, E. J. Barrios-Gómez, S. E. Rangel-Estrada, S. Ramírez-Rojas y F. J. Osuna-Canizalez (2017) Variación generada mediante recombinación genética en *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotszch. *Agroproductividad* 10:13-17.
- Di Benedetto, A., y Tognetti, J. 2016. Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *RIA*. 42(3):258–82.
- Ecke, P., Faust, J. E., Williams, J. and Higgins, A. 2004. *The Ecke Poinsettia Manual*. BallPublishing. Batavia, Illinois, U.S.A. 286 p.

- Gacía-Pérez F., Alia, T. I., Vargas, D. G., Valdez, A. L. A., Canul, K. J., López, M. V., Osuna, C. F. De J., Colinas, L. M. T. y Ramírez, R. S. 2013. Comportamiento de variedades comerciales de nochebuena en Morelos. INIFAP. Zacatepec, Morelos. 51 p.
- Lopez R., J. Dole and J. Barrett (2010) Consumer poinsettia picks. *Greenhouse Product News* 20:28-30.
- Martínez, T. J. (2011). Sustratos, reguladores de crecimiento y fertirriego en doce variedades de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch*) (Doctoral dissertation, Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos).
- Pérez-López. 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.
- Rodríguez-Rojas. T. J., M. Andrade R., O. G. Villegas T., I. Alia T., M. T. Colinas L. y J. Canul K. (2016) Producción de frutos y calidad de semilla en cruza de variedades de *Euphorbia pulcherrima Willd. ex. Klotzsch*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 33:433-457.
- Santos-Castellanos, M., Segura, M., y Nústez, C. E. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 63(1):5253–66.
- Snyder, R. L. (1985). Hand calculating degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*, 35(1-4), 353-358. doi: 10.1016/0168-1923(85)90095-4.
- Steiner, A. A. (1984). The universal nutrient solution. In: proceeding of sixth international congresson soiless culture. Interntional Society for Soiless Culture. Lunteren, The Netherlands. 633-649 pp.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., and Murphy, A. 2014. Plant physiology and development. Sixth Edition, Sunderland, MA: Sinauer Associates. 756-764 p.
- Whipker, B. E., Hammer P. A. (1997). Nutrient uptake in poinsettia during different stages of physiological development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122(4): 565-573.

Wilfret, G. J. and Bell, M. L. 1998. Effect of paclobutrazol drenches on height of nine poinsettia cultivars. *In: Proceedings Florida State Horticultural Society* 111: 17-19.

## CAPÍTULO II

### Extracción nutrimental en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red'

#### Resumen

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) es una planta ornamental utilizada en todo el mundo, especialmente en las fiestas decembrinas. Los estudios sobre la demanda nutrimental de esta especie son limitados, por lo que es importante generar información de la demanda de macronutrientes y su dinámica de absorción, que permita disminuir los costos en la fertilización, evitar la contaminación ambiental y mantener una calidad de planta. En el presente estudio se estableció la variedad de nochebuena 'Prestige red' en un sistema semi-hidropónico abierto con sustrato de tezontle rojo, en invernadero. La nutrición fue suministrada mediante la solución Steiner. Se evaluaron las variables de: peso de materia seca, concentración de macronutrientes, requerimiento de macronutrientes y acumulación de macronutrientes. La extracción de macronutrientes N, P, K, Ca y Mg presentó un incremento durante el periodo de evaluación. El orden de extracción de macronutrientes en la variedad 'Prestige red' fue:  $K > N > P > Mg > Ca$ , siendo K el macronutriente de mayor acumulación en el ciclo del experimento establecido.

**Palabras clave:** crecimiento vegetal, peso seco, concentración nutrimental.

#### Abstract

Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) is an ornamental plant used all over the world, especially in the December holidays. Studies on the nutritional demand of this species are limited, so it is important to generate information on the demand for macronutrients and their absorption dynamics, which allows reducing fertilization costs, avoiding environmental contamination and maintaining plant quality. In the present study, the variety of poinsettia 'Prestige red' was established in an open semi-hydroponic system with red tezontle substrate, in a greenhouse. Nutrition was

supplied by Steiner solution. The variables of: dry matter weight, macronutrient concentration, macronutrient requirement and macronutrient accumulation were evaluated. The extraction of macronutrients N, P, K, Ca and Mg showed an increase during the evaluation period. The order of extraction of macronutrients in the 'Prestige red' variety was:  $K > N > P > Mg > Ca$ , with K being the macronutrient with the highest accumulation in the cycle of the established experiment.

Keywords: plant growth, dry weight, nutrient concentration.

### **Introducción**

Actualmente, en México la producción de flor de nochebuena está basada en más de 60 variedades comerciales y la característica común es que todas se generaron fuera de México (Rodríguez-Rojas *et al.*, 2016). El atractivo estético y valor comercial de la nochebuena radica en las características de la bráctea, como son el color, la forma y el tamaño (Canul-Ku *et al.*, 2017). Las observaciones indican que los materiales de color rojo son los de mayor preferencia en el mercado (90 %) (Lopez *et al.*, 2010), el 10 % restante se reparte en variedades con brácteas de color rosa, amarillo y combinación de colores. Estas variedades se están posicionando con mayor preferencia por los productores, comercializadores y consumidores en México.

Los productores de nochebuena indican que su cultivo es costoso porque la tecnología utilizada no es la apropiada para las condiciones donde se producen (Vázquez-Alvarado *et al.*, 2012). García-Pérez *et al.* (2009) indican que entre los factores que más afectan la competitividad de las plantas ornamentales en Morelos está la gran diversidad en la calidad de las plantas que se producen, y los principales problemas son: el deficiente manejo nutrimental durante el desarrollo de las plantas, las plagas, enfermedades que se presentan y el manejo deficiente en poscosecha.

La fertilización de la nochebuena en Morelos se realiza mediante el riego de manera manual, se utiliza la dosis de 2 g de N-P-K 15-15-15 a cada planta en desarrollo vegetativo y 4 g de 15-5-20 a partir de la inducción a floración y desarrollo de



brácteas (Galindo-García *et al.*, 2012); el anterior programa se rota con aplicaciones de  $1 \text{ g L}^{-1}$  de nitrato de calcio, el cual se repite en dos ocasiones antes de aplicar un riego con agua sin fertilizantes por semana. Sin embargo, las cantidades de aplicación de fertilizantes se han realizado con base a recomendaciones generales y no con estudios de extracción nutrimental y validación de fórmulas de nutrición.

Las curvas de extracción nutrimental permiten conocer la demanda de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo ya que indican la época de mayor absorción y son útiles para diseñar programas de nutrición porque permiten realizar ajustes precisos para maximizar la eficacia en la aplicación de los fertilizantes (Avitia-García *et al.*, 2014), con lo cual se aumenta la rentabilidad y potencial productivo.

La extracción de nutrimentos por la nochebuena se ha determinado en variedades como 'Prestige' (Torres-Olivar *et al.*, 2018), sugierendo que durante el ciclo del cultivo de esta variedad se presentan diferentes periodos de demanda de macronutrimentos.

Actualmente, el interés de generar curvas de acumulación en especies ornamentales es para resolver problemas de la correcta aplicación de los fertilizantes (Alvarado-Camarillo *et al.*, 2018). Con este conocimiento se podría desarrollar un programa que logre el máximo crecimiento de la especie y aumentar su calidad, así como la reducción de costos de fertilizantes, además de evitar la contaminación de agua y suelo (Galindo-García *et al.*, 2015).

También se puede proponer futuras investigaciones donde se optimicen las relaciones de los fertilizantes y aplicar adecuadamente en cada fase fenológica la cantidad exacta de elementos minerales y también dosis de nutrición que mejoren la respuesta postcosecha de las plantas de nochebuena.

Para estudiar de manera cuantitativa la relación entre el suministro de nutrimentos y el crecimiento, se recurre por lo general a las técnicas de cultivo hidropónico con

soluciones nutritivas, el cual consiste en reemplazar el suelo por el agua o cualquier material inerte, que no proporcione a la planta nutrimento alguno. El aporte de nutrimentos se lleva a cabo añadiendo al sustrato inerte la solución nutritiva que contenga cantidades conocidas de varias sales inorgánicas cuyos aniones y cationes llevarán los elementos necesarios (Pérez y Martínez, 1994).

Según Gardner *et al.* (1990), en general las plantas presentan tres fases de crecimiento relacionadas con el peso de materia seca por unidad de superficie por cultivo o planta individual en relación con el tiempo, generalmente esta respuesta corresponde a una curva tipo sigmoideal, caracterizada por tres fases: a) Fase logarítmica, en la cual el tamaño aumenta en forma exponencial con el tiempo y la rapidez de crecimiento es proporcional al tamaño del organismo, cuanto mayor sea este más rápido crece; abarca desde la germinación hasta la etapa juvenil, b) la fase lineal, donde el crecimiento vegetativo continúa a una velocidad casi constante y usualmente máxima por algún tiempo, por lo que se tiene la mayor demanda de agua y nutrientes y c) la fase del estado constante, donde se acumula la mayor cantidad de materia seca; a esta fase se le conoce como madurez fisiológica y las ganancias en materia seca están equilibradas con las pérdidas.

Por lo anteriormente mencionado, en la presente investigación se realizó un estudio para determinar la extracción de N, P, K, Ca y Mg en 'Prestige red' y generar información sobre los requerimientos nutrimentales durante el desarrollo del cultivo.

## **Materiales y métodos**

### **Localización**

El cultivo se realizó bajo cubierta plástica pigmentada color blanquecino de calibre 720 y una capacidad de sombreo de 50 % en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, localizado en Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México; a 18° 58' 51" LN, 99° 13' 55" LO y altura de 1,866 m.

### **Material vegetativo, trasplante y poda**

Se adquirieron esquejes de 21 días de enraizados de la variedad 'Prestige red' en la empresa Floraplan<sup>®</sup> de aproximadamente 10 cm de largo 0.7 mm de diámetro y tres hojas verdaderas. Los esquejes fueron trasplantados el 28 de mayo del 2020 en contenedores de 1.2 litros de capacidad en color negro utilizando como sustrato tezontle con granulometría de 1 a 5 mm de diámetro. Se manejó una densidad de 9 plantas m<sup>-2</sup>. Se realizó una poda de ápice a los 35 días después del trasplante (ddt). A partir de esto se consideró el inicio de la etapa de desarrollo vegetativo. La etapa de floración se consideró a los 133 ddt que corresponde al inicio de la formación de las brácteas de transición.

### **Nutrición de las plantas**

La nutrición mineral se realizó considerando el 100 % de la solución universal (Steiner, 1984) cada tercer día, y se hizo un riego sin fertilizantes después de cada dos riegos continuos con las sales minerales desde los 8 ddt hasta los 183 ddt.

Para la preparación de las soluciones nutritivas se emplearon fertilizantes comerciales solubles para su uso en fertirriego: nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de potasio y fosfato monopotásico utilizando agua potable y se consideró la aportación de nutrientes para la preparación de la solución. El pH de las soluciones nutritivas se acidificó a un pH de 5.5 con ácido sulfúrico y una conductividad eléctrica  $2.0 \pm 0.1$ . Para los micronutrientes se utilizó una mezcla comercial Ultrasol<sup>®</sup> micro Mix SQM, la cual contiene Fe (7.5%), Mn (3.7), B (0.4%), Zn (0.6%), Co (0.3%) y Mo (0.2).

### **Control fitosanitario**

Cada 20 días se realizaron aplicaciones de fungicidas como Cercobin<sup>®</sup> (Metil tiofanato, BASF<sup>®</sup>) y Daconil, en dosis de 1 g L<sup>-1</sup> para la prevención y control de *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., para pudriciones de raíz se aplicó Previcur N (Propamocarb + Fosetil) a 0.5 mL L<sup>-1</sup> más Promyl (Benomilo) a 0.5 g L<sup>-1</sup>. Para el

control de mosca negra (*Fungus gnat*) se utilizó Vydate L (Oxamil 24 %) 1 mL L<sup>-1</sup> en drench para el control de larva de mosca negra. Para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaco*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia argentifolii*), se utilizó Venom (Dinotefuran) a 1 g L<sup>-1</sup> en drench para el control de estadios inmaduros de moca blanca, mientras que para control de adultos será Evisect (Tiocyclam-Hidrogenoxalato 49.5 %) a 0.75 g L<sup>-1</sup> vía foliar. Para control de araña roja (*Tetranychus urticae*) se empleó Thor® (Abamectina 1.8 %) vía foliar a dosis de 1 mL L<sup>-1</sup>.

### **Muestreo**

El muestreo de las plantas se realizó a los 8, 41, 76, 98, 120, 144, 162 y 183 ddt y se realizó de manera aleatoria considerando ocho repeticiones, cada repetición consistió de una maceta que contenía una planta de nochebuena. Las plantas seleccionadas se cosecharon en horario temprano para evitar marchitamiento y se les hizo un lavado de raíz para retirar el sustrato.

### **Variables evaluadas**

#### **Peso de materia seca (g)**

Los órganos de las plantas muestreadas se separaron en hojas, tallos y raíces, los cuales se secaron en una estufa Luzeren® Modelo Pro1002498 a 70 °C con aire forzado por 72 h, hasta peso constante. Se determinó a los 8, 41, 76, 98, 120, 141, 162 y 183 ddt.

#### **Concentración de macronutrientos**

Se calculó por medio de la materia seca acumulada. El N total se determinó por el método micro-Kjeldahl, el P, K, Ca y Mg el P, Ca y Mg se determinaron por espectrometría de emisión de plasma acoplado inductivamente, ICP-AES VARIAN modelo Liberty (Alcántar y Sandoval, 1999).

### **Extracción de macronutrientes**

Con los datos de materia seca total y la concentración de macro nutrientes se determinó la extracción de N, P, K, Ca y Mg. Para calcular el requerimiento (E) se empleó la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\text{Peso seco por planta (g)} \times \text{Concentración del macronutriente (\%)}}{100\%}$$

Durante el crecimiento de la planta se registró la temperatura máxima y mínima, y la humedad relativa se midieron con un registrador de datos (data logger) de la marca HOBO® modelo MX2301a.

### **Análisis de datos**

Se realizó un análisis segmentado empleando SigmaPlot 14 para obtener los modelos que explique de una manera más clara los datos de la extracción de nutrientes.

## Resultados y discusión

### Condiciones ambientales durante el desarrollo del experimento

Las temperatura mínima y máxima registrada en el periodo de junio a noviembre del 2020 fue de 12 y 35 °C (Figura 1). La temperatura mínima y máxima del establecimiento de las plantas (junio) fue de 14 y 34 °C, en desarrollo vegetativo (julio, agosto y septiembre) oscilaron entre 13 y 31 °C y en inicio de floración (octubre) la temperatura mínima y máxima registrada fue de 12 y 32 °C. Ecke *et al.* (2004) indican que la temperatura promedio diaria óptima para el desarrollo de la nochebuena es entre 23 °C y 26 °C, y que arriba de 26 °C la velocidad de crecimiento de la nochebuena disminuye, mientras que cuando son temperaturas menores a 10 °C o mayores a 30 °C el desarrollo se detiene. Durante el presente trabajo se observó que las plantas tuvieron un crecimiento y desarrollo adecuado.

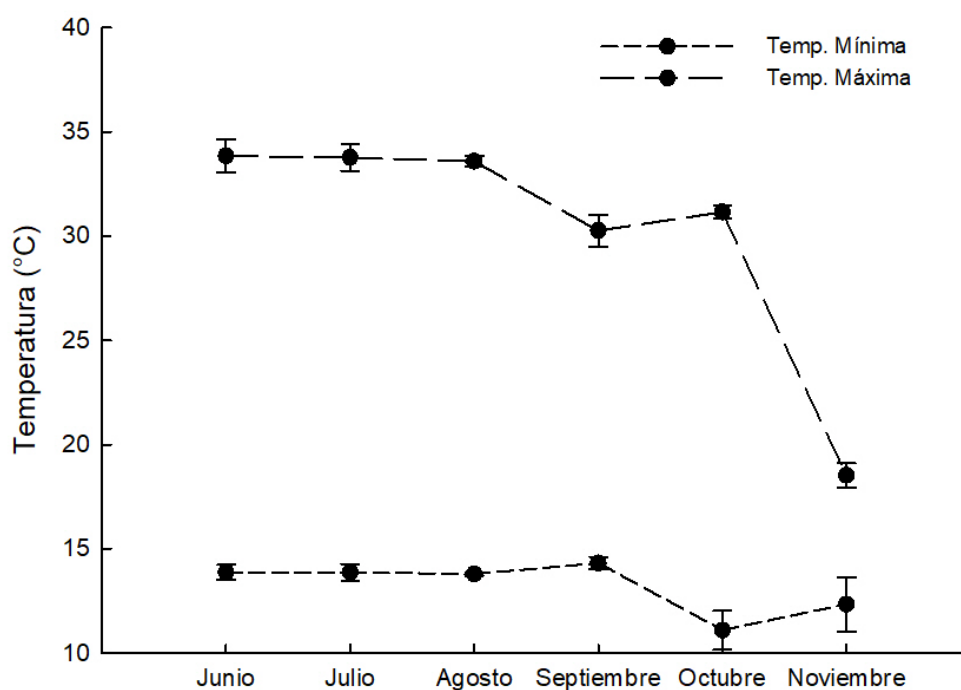


Figura 1. Temperatura mínima y máxima en invernadero de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

La humedad relativa mínima y máxima registrada durante el trabajo realizado fue 40% y 100%, respectivamente (Figura 2). Ecke *et al.* (2004) mencionaron que la humedad relativa no tiene un efecto directo en el crecimiento, pero sí afecta reduciendo la evapotranspiración en condiciones de baja humedad, provocando que la planta se deshidrate más rápido. Cabe mencionar que cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades.

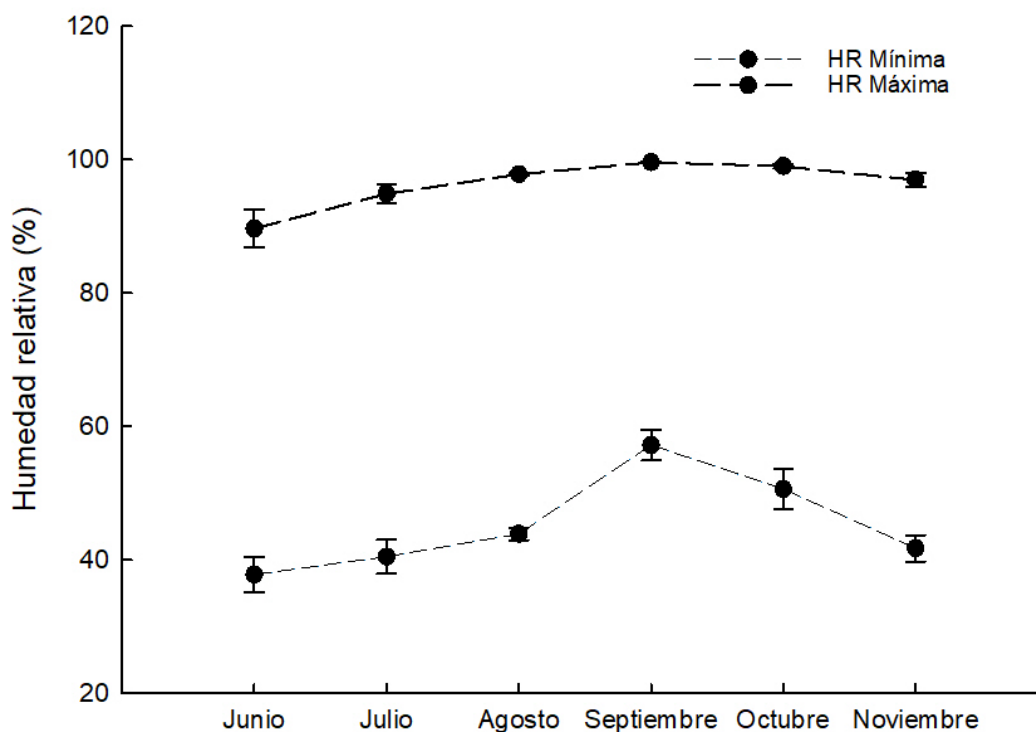


Figura 2. Humedad mínima y máxima en invernadero de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) 'Prestige red'.

### Acumulación de materia seca

En raíz, tallo y hoja, la materia seca se incrementó durante el desarrollo vegetativo, inductivo y desarrollo de brácteas. Al inicio de la etapa de inducción, a los 133 ddt, las plantas ya tenían acumulado el 60% del total de materia seca (Figura 3). En nochebuena 'Subjibi Red', Whipker y Hammer (1997) reportaron que la mayor acumulación de materia seca ocurre después de la etapa vegetativa, al igual que en

nochebuena ‘Valenciana’ y ‘Rehilete’ según reportes de Galindo-García *et al.* (2015). Estos datos concuerdan con lo que se observa en el presente estudio.

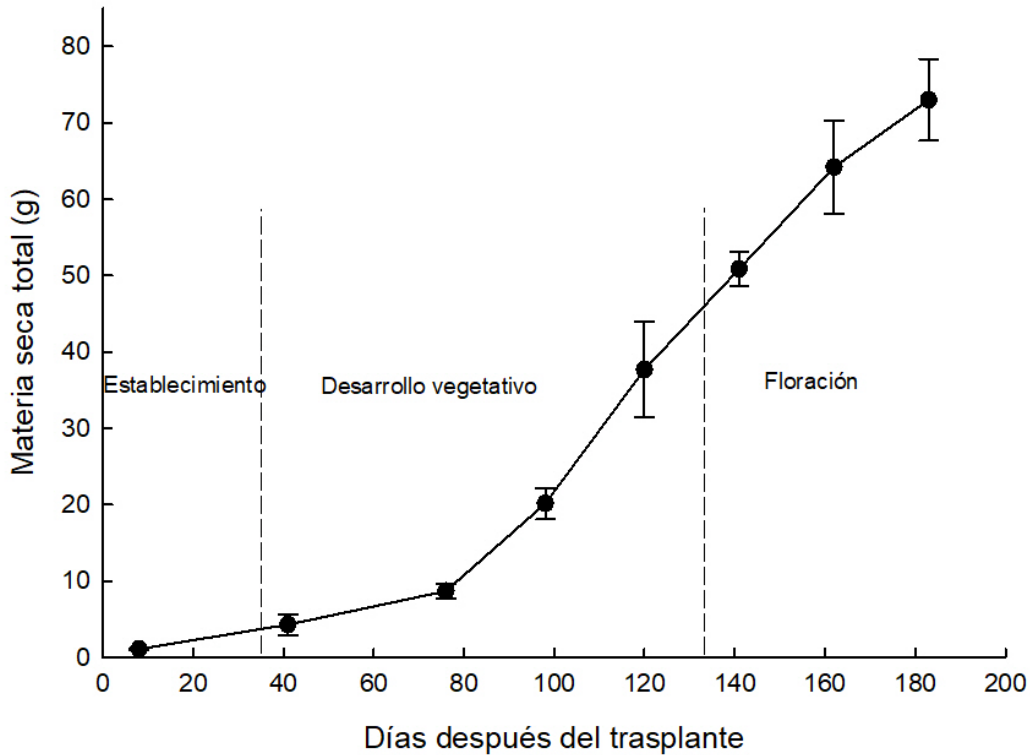


Figura 3. Acumulación de materia seca total de plantas de flor de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) ‘Prestige red’ durante un ciclo de cultivo.

En nochebuena, se observa que el órgano en el cual se acumula la mayor proporción de materia seca es en tallos, seguido de hojas, brácteas y las raíces (Figura 4). Las hojas se consideran el órgano central de la fisiología de las plantas ya que en ellas es en donde se realizan los procesos de fotosíntesis, transpiración, además de ser los órganos en donde se encuentran los pigmentos que perciben la radiación del rojo-rojo lejano mediante el cual se lleva a cabo la respuesta fotoperiódica (Pérez *et al.*, 2006; Taiz y Zeiger, 2010).



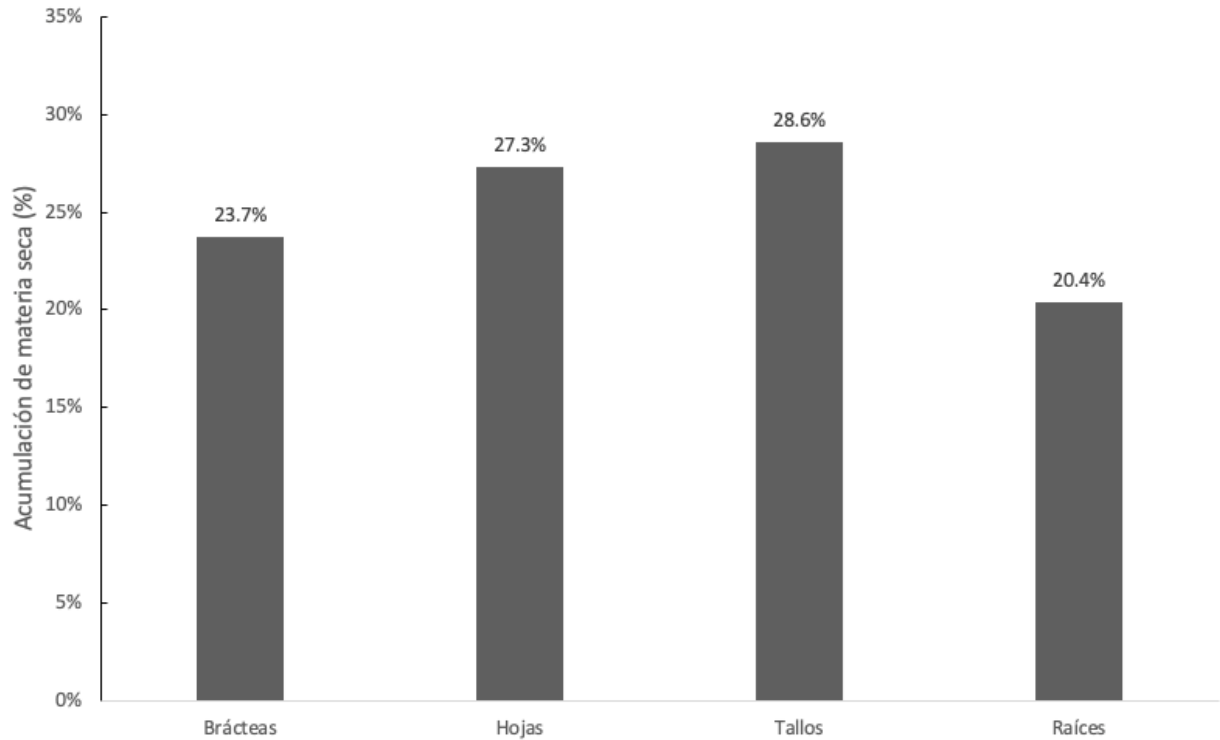


Figura 4. Acumulación de materia seca en brácteas, hojas, tallos y raíces de plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red' durante un ciclo de cultivo.

### Concentración nutrimental

La concentración de macronutrientos se incrementó paulatinamente durante el ciclo del cultivo (Cuadro 1). Al finalizar el ciclo de cultivo, el orden de concentración de macronutrientos fue:  $K > N > P > Mg > Ca$ , siendo K el macronutriente de mayor acumulación.

**Cuadro 1. Concentración de macronutrientos en plantas de nochebuena en base seca.**

ddt <sup>Z</sup>	N	P	K	Ca	Mg
-----%-----					
8	2.1049	0.8208	6.8728	0.4238	0.6174
41	2.5133	0.9668	7.4131	0.4764	0.9433
76	2.5496	1.0406	7.5482	0.4959	1.0416
98	2.8591	1.2616	8.3250	0.5452	1.2710
120	3.1996	1.4857	8.6516	0.5657	1.4395
141	3.3979	1.7804	8.9261	0.6591	1.6777
162	3.8156	2.1832	9.4605	0.7455	1.8723
183	4.3230	2.5586	9.7079	0.8573	2.0679

ddt= días después del trasplante.

### **Extracción nutrimental**

El N fue el segundo elemento de mayor extracción durante el desarrollo del experimento, con un total de 3.3 g/planta, al término del periodo de desarrollo vegetativo se extrajo el 34 %, mientras que en la etapa de inducción se extrajo el 64 % (Figura 5). La nochebuena es una especie altamente demandante de N. Cresswell y Weir (1997) mencionan que las plantas tienen diferentes necesidades de N, lo que se debe a que las plantas que crecen más rápido tienen mayores requerimientos. La fuerte demanda de N en la etapa de inducción puede deberse a que este nutriente es el principal constituyente de las proteínas fijadoras del CO<sub>2</sub> y la clorofila, requeridos para la formación de nuevas hojas.

La acumulación de N en las plantas de flor de nochebuena mostró un comportamiento bi-fásico. En la primera fase, la cual abarca desde el trasplante

hasta los 90 ddt, la acumulación de N fue relativamente lenta, pues de 0 g por planta subió hasta 0.25 g por planta (Figura 5). Sin embargo, después de los 90 ddt, la acumulación de este elemento subió marcadamente hasta llegar al finalizar el ciclo de cultivo, pues de 0.25 g se elevó a 3.3 g por planta (Figura 5). La fase de lenta acumulación comprendió la etapa de establecimiento de las plantas después del trasplante y una parte de la etapa de desarrollo vegetativo, en tanto que la fase de rápida acumulación de N comprendió la fase final del desarrollo vegetativo y la floración (Figura 5). La tendencia anterior sugiere que la fertilización nitrogenada vía la solución nutritiva debe ser más elevada después de los 90 ddt, mientras que en las fases iniciales el N se puede suplementar en menor concentración.

En mayor requerimiento de N en la segunda fase puede deberse a que en los últimos 90 días del ciclo de cultivo se desarrollan órganos como las brácteas y las flores verdaderas, además de las brácteas de transición, lo cual está conectado con la mayor acumulación de materia seca en estas fases (Figura 5), por lo tanto, la mayor acumulación de N se debe a la mayor formación de materia seca.

Los resultados del presente estudio contrastan a los reportados por Torres-Oliver *et al.* (2015) que indican que durante la inducción floral se realiza un ajuste en la acumulación de materia seca hacia las brácteas y ciatios, ocasionando una disminución en los requerimientos de N. Es probable que estas diferencias se deban a que las raíces de las plantas evaluadas mantuvieron un crecimiento constante durante todo el ciclo, incluso en la floración (datos no mostrados).

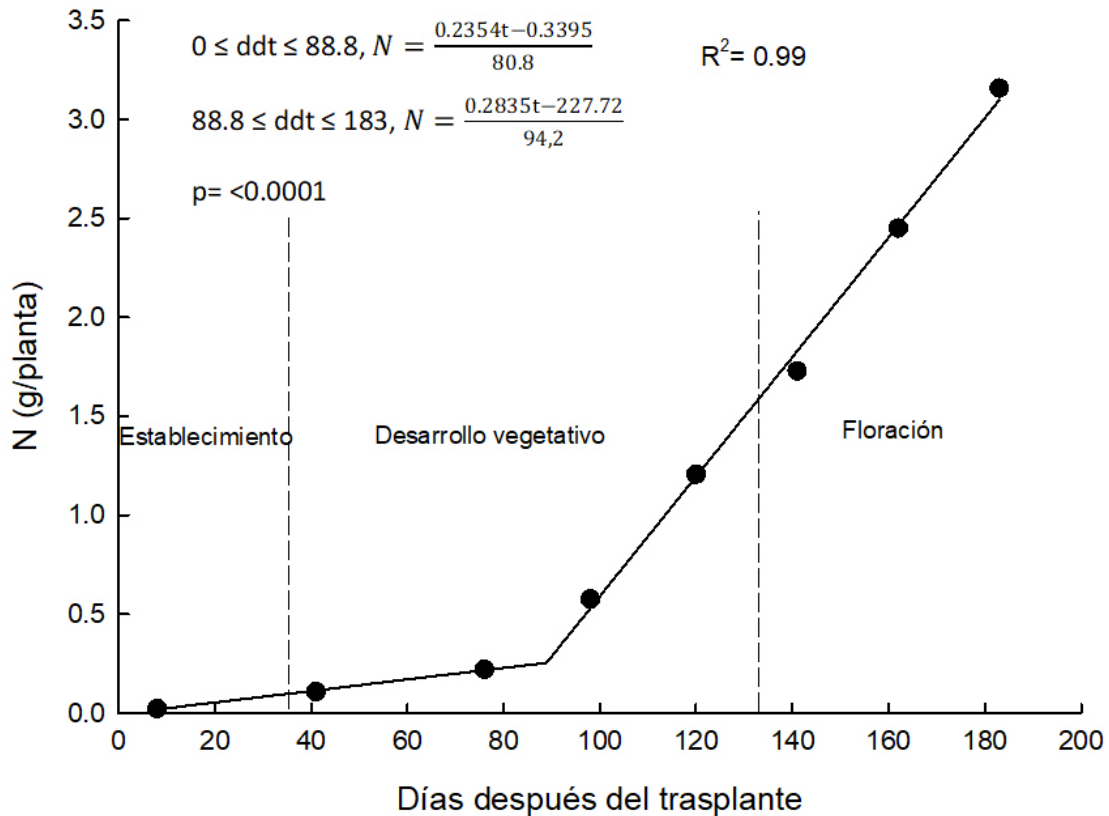


Figura 5. Requerimiento de nitrógeno (N) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red'. t = ddt.

En cuanto a P también se mostró un comportamiento bi-fásico, la primera fase fue de los 0 a los 110 ddt, donde se observa una lenta acumulación de P, elevándose de 0 g a 0.2 g por planta (Figura 6); probablemente esto sea debido a que las plantas solo concentraban el crecimiento de tallos y follaje en una forma lenta. En esta primera fase se puede observar que la demanda nutrimental es muy baja, lo cual sugiere una fertilización baja en P desde el trasplante hasta los 105 ddt.

En la segunda fase, después de los 105 ddt hasta el final del cultivo, subió la acumulación de 0.2 g hasta los 1.8 g/planta (Figura 6), probablemente debido a la recomposición de los órganos para la formación de flores y brácteas verdaderas,

además de continuar la formación de hojas, raíces, y tallos y a la acumulación de materia seca.

Favela-Chávez et al. (2006) mencionan que el P es clave para la transferencia de energía y transmisión de caracteres hereditarios. Cortes-Vivar (2007) menciona que 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 tienden a movilizarlo de otras partes de la planta, especialmente de las hojas más viejas, en las cuales se manifestarán los primeros síntomas; en la medida en que aumenta la deficiencia, las hojas inferiores muestran decoloraciones irregulares color marrón negruzco o una coloración purpúrea en el envés, debido a la formación de pigmentos antociánicos, también muestran un sistema radicular raquíptico, lo que permite inferir la importancia del fósforo en el desarrollo de las raíces.

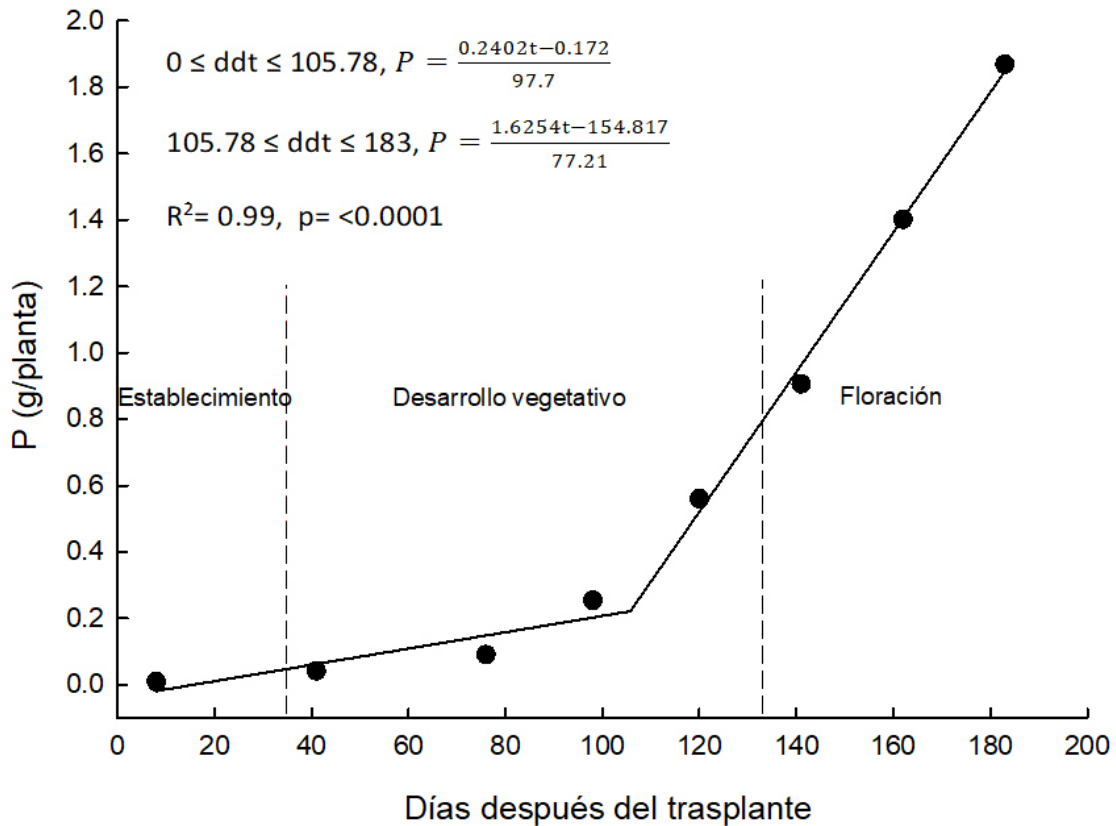


Figura 6. Requerimiento acumulado de fósforo (P) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red'. t = ddt.

Se ha demostrado que el K es un nutriente absorbido en mayor cantidad por nochebuena (Oliveira *et al.*, 2004; Torres-Olivera *et al.*, 2015). En el presente estudio, en total se extrajeron 7.2 gramos/planta de K en 'Prestige red' durante el ciclo del experimento (Figura 7), en el cual se mostró un comportamiento bi-fásico, la primera fase fue de los 0 a los 81 ddt, donde se observa una lenta acumulación de P (0.6 g/planta), en la segunda fase, después de los 81 ddt hasta los 183 ddt que fue el final del cultivo, subió la acumulación de 0.6 g hasta los 7.2 g/planta (Figura 7).

En la etapa de desarrollo vegetativo se extrajo el 37.8%, mientras que en la etapa de inducción y floración se extrajo el 60%. Scoggins y Mills (1998), determinaron

que en nochebuena 'Freedom Red', la absorción de K fue de 34% y 13% en etapas similares a las evaluadas en el presente experimento, indicando que la mayor absorción de K fue entre la etapa de inducción y aparición de yema floral.

La información obtenida indica que la nochebuena requiere tanto o más K que el N, sobre todo en la etapa de desarrollo brácteas y ciatio (Figura 7), debido a que juega un papel importante en la turgencia y expansión celular (Marschner, 2012), 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 K que el N 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-Prados, 2004).

Cortes-Vivar (2007) indica que cuando la planta se desarrolla con aportes elevados de N, pero bajos en K, las hojas son grandes, pero relativamente ineficaces para realizar la fotosíntesis.

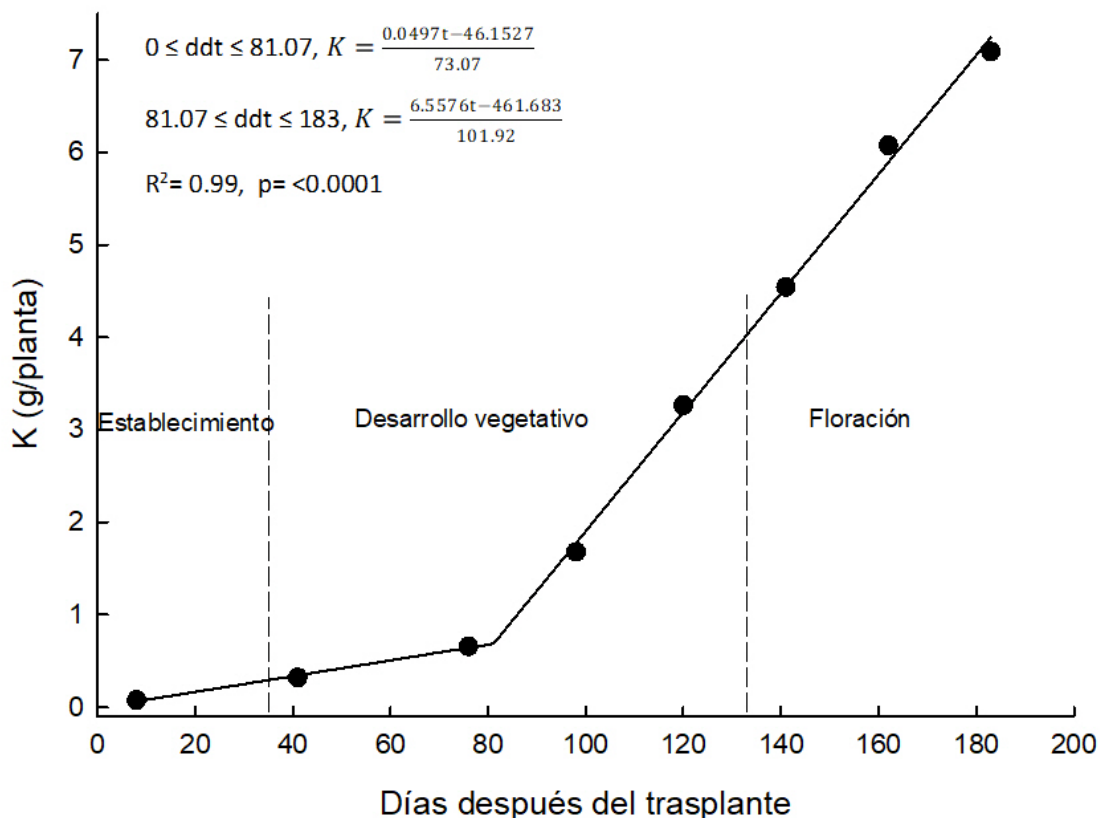


Figura 7. Requerimiento acumulado de potasio (K) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red'. t = ddt.

El elemento de menor acumulación fue el Ca, con un total de 0.85 g/planta durante todo el ciclo del cultivo (Figura 8). En la primera fase, de los 0 a los 122 ddt, se acumuló 0.56 g/planta, este elemento es de gran importancia durante la fase de crecimiento, ya que se ha reportado que regula el crecimiento y desarrollo de las células (Tuteja y Mahajan, 2007; Valdez-Aguilar *et al.*, 2015), así como en la formación de las nuevas paredes celulares en los tejidos meristemáticos en una etapa de división muy activa como la floración. Durante la segunda fase de los 122 ddt hasta los 183 ddt llegó hasta los 0.85 g/planta (Figura 8). Los datos del presente trabajo muestran que el Ca fue más requerido en la primera fase, a diferencia del N, P y K, los cuales su requerimiento nutrimental es mayor en la segunda fase. En las plantas y según la especie, constituye desde los 0.2% hasta un 4% de la materia



seca (Cortes-Vivar 2007). Se considera que el Ca es de lenta movilización porque forma parte de la pared celular (Marschner, 2012).

Cortes-Vivar (2007) menciona que la nochebuena es sumamente demandante de este nutriente ya que lo utiliza para el crecimiento y colorido de las brácteas y para engrosar y dar resistencia a los tallos característica indispensable de la calidad en nochebuenas.

En la nochebuena, una deficiencia de Ca 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).

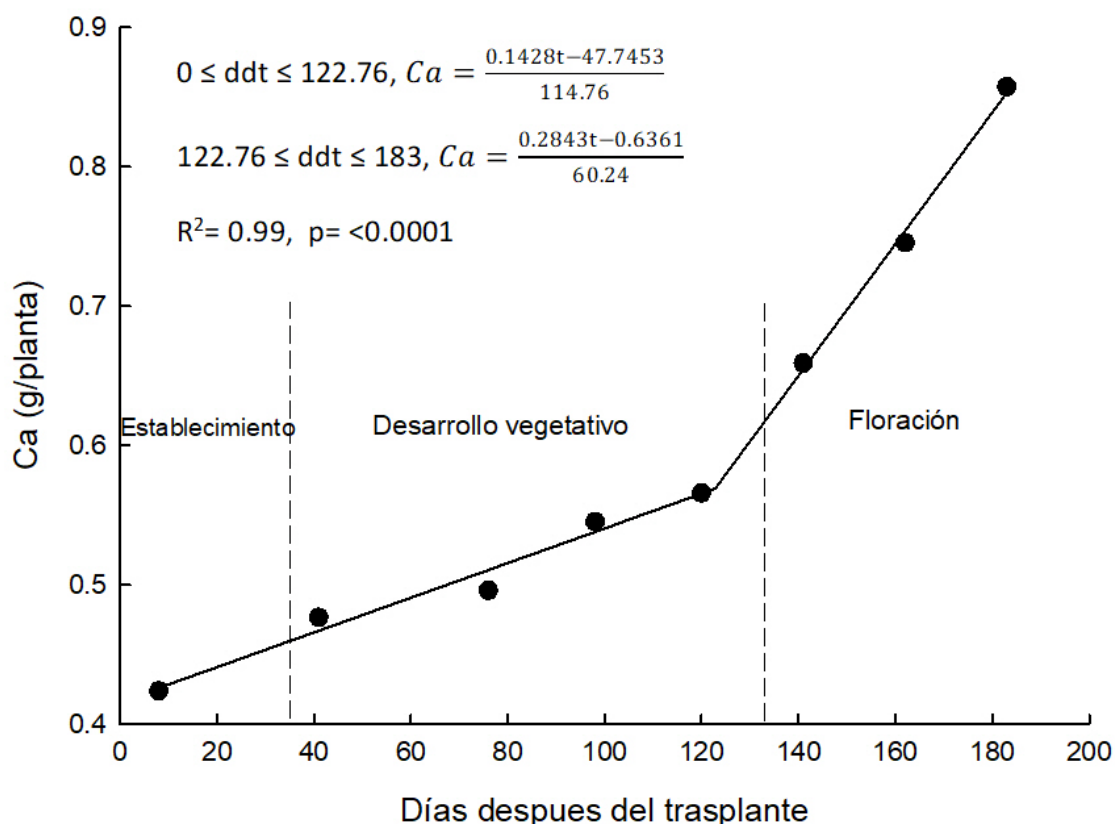


Figura 8. Requerimiento acumulado de calcio (Ca) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red'. t = ddt.

Respecto al Mg, al final del ciclo de crecimiento, las plantas de nochebuena extrajeron en total 2 g/planta (Figura 9). La mayor tasa de extracción comenzó a los 85 ddt de la etapa de desarrollo vegetativo hasta los 183 ddt en floración. El Mg está considerado como un elemento esencial para las plantas ya que es un constituyente de la molécula de clorofila (Taiz *et al.*, 2014), el cual es un pigmento involucrado en el proceso responsable en la generación de materia seca, la fotosíntesis, además de activar numerosos procesos enzimáticos, relacionados con el N. El Mg se relaciona con el P, en el sentido de que es un transportador del P en el metabolismo (Cortés-Vivar, 2007).

Aunque los modelos estimados indican que el Mg se acumula en dos fases, los datos sugieren que en todo el ciclo de cultivo el Mg se acumula linealmente (Figura 8), sugiriendo que la demanda de este nutriente es constante y por lo tanto debe ser aportado.

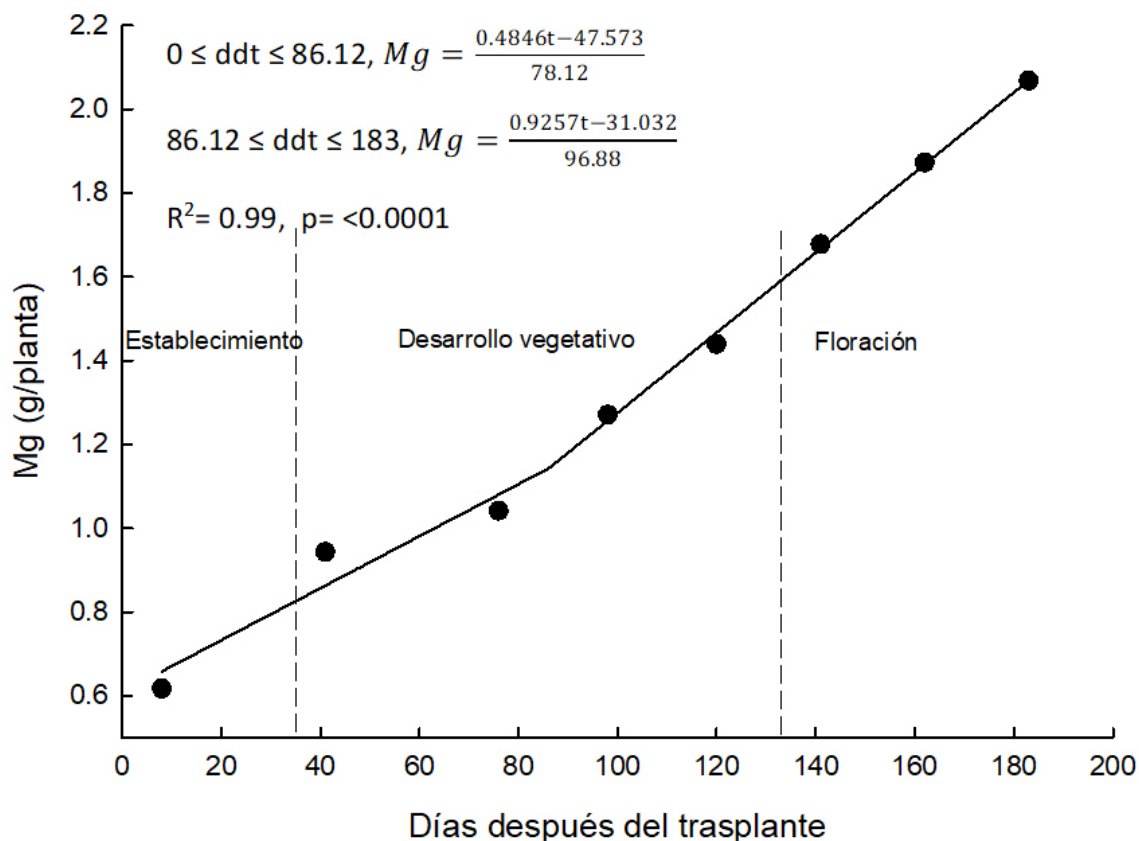


Figura 9. Requerimiento acumulado de magnesio (Mg) en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz) 'Prestige red'. t = ddt.

Los estudios hechos en nochebuena 'Prestige red' en la fase vegetativa muestran que tiene un requerimiento mínimo de nutrimentos. Después de los 76 ddt hasta la inducción a floración aumentan los requerimientos nutrimentales y en la fase de floración (133 ddt a los 183 ddt) es aún más elevada, esto sugiere aumentar la fertilización de N y K al inicio de estas etapas.

## **Conclusiones**

La nochebuena 'Prestige red' presenta una alta demanda en K y N después de la poda de formación en la etapa vegetativa. El orden de requerimientos de nutrientes fue  $K > N > P > Mg > Ca$ . La nochebuena 'Prestige red' presentó una gran demanda de K y N a los 76 ddt, siendo el K el elemento extraído en mayor cantidad. Esto indica que la acumulación de materia seca y extracción nutrimental es proporcional a la absorción y acumulación de estos nutrimentos en nochebuena. Al inicio de la etapa de desarrollo puede partirse de una fertilización baja, de lo contrario solo sería un gasto innecesario en fertilizante. Se recomienda aumentar la fertilización después de los 72 ddt hasta la comercialización del cultivo.

### Literatura citada

- Alcántar-González, G., Sandoval, V. M. (1999), Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. A.C. Chapingo, México. 156 p.
- Alvarado-Camarillo, D., Valdez-Aguilar, L. A., Cadena-Zapata, M. (2018). Crecimiento y programa de fertilización para lisianthus en base a la acumulación nutrimental. *Agroproductividad*, 11(8), 3-11.
- 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.
- Avitia-García, Edilberto, Pineda-Pineda, Joel, Castillo-González, Ana María, Trejo-Téllez, Libia I., Corona-Torres, Tarsicio, & Cervantes-Urbán, Elizabeth. (2014). Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(3), 519-524. Recuperado en 04 de octubre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000300015&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000300015&lng=es&tlng=es).
- Canul-Ku J., F. García-Pérez, E. J. Barrios-Gómez, S. E. Rangel-Estrada, S. Ramírez-Rojas y F. J. Osuna-Canizalez (2017) Variación generada mediante recombinación genética en *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotszsch. *Agroproductividad* 10:13-17.
- 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.

- Cresswell G. C. and G. R. Weir (1997) Plant Nutrient Disorders. Ornamental Plants and Shrubs. NSW. Agriculture. Inkata Press. Melbourne, Australia. 273 p.
- Ecke, P., Faust, J. E., Williams, J. and Higgins, A. 2004. The Ecke Poinsettia Manual. BallPublishing. Batavia, Illinois, U.S.A. 286 p.
- Favela-Chávez, E., Preciado, P., & Benavides, A. (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN).
- Galindo-García, D. V., Alia-Tejacal, I., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, M. T., Canul-Ku, J., & Sainz-Aispuro, M. D. J. (2012). Producción de nochebuena de sol en Morelos, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(4), 751-763.
- Galindo-García, D. V., Valdez-Aguilar, L.A., Colinas-León, M.T., Villegas-Torres, O.G., López-Martínez, V., Sainz-Aispuro, M. J., Guillén-Sánchez, D. (2015). Extracción de macronutrientes y crecimiento en variedades de nochebuena de sol nativas de México. Revista Fitotecnia Mexicana 38(3): 305-312.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce y R.L. Mitchell. 1990. Physiology of crop plants. Second edition. Iowa State Press, Ames. 327 p.
- García-Pérez, F., Ramírez, S. R., Osuna, F de J. C., Ocampo, T. O. (2009). Enfermedades de las principales ornamentales de Morelos. SAGARPA, INIFAP, CIRPAS, CE Zacatepec. Folleto técnico Núm. 39. 30 p.
- Lopez R., J. Dole and J. Barrett (2010) Consumer poinsettia picks. *Green-house Product News* 20:28-30.
- Marschner, P. 2012. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. 3<sup>th</sup> edition. London, UK. 684 p.

- Oliveira, R. H.; Rosolem, C. A. and Trigueiro, R. M. 2004. Importance of mass flow and diffusion on the potassium supply to cotton plants as affected by soil water and potassium. *Brasil. Rev. Brasileira de Ciencia do Solo*. 28:439-445.
- Pérez G., Martínez L.F. 1994. *Introducción a la Fisiología Vegetal*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 102 p.
- Pérez, Teixeira da Silva, J., y Lao, M. (2006). Light Management in Ornamental Crops. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*, IV, 683- 695.
- Rodríguez-Rojas. T. J., M. Andrade R., O. G. Villegas T., I. Alia T., M. T. Colinas L. y J. Canul K. (2016) Producción de frutos y calidad de semilla en cru- zas de variedades de *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex. Klotszch. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 33:433-457.
- Sánchez-Prados, A. 2004. Análisis y diagnóstico nutricional en los cultivos sin suelo. 3<sup>a</sup> Edición. Ediciones Mundi-Presa. Madrid, España pp: 49-78.
- Scoggins, H. L., Mills H. A. (1998). Poinsettia growth, tissue nutrient concentration, and nutrient uptake as influenced by nitrogen forma and stage of growth. *Journal of Plant Nutrition* 21(1): 191-198.
- 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 Latinoam*. 29:133-142.
- Steiner, A. A. (1984). The universal nutrient solution. In: proceeding of sixth international congresson soiless culture. Interntional Society for Soiless Culture. Lunteren, The Netherlands. 633-649 pp.
- Stromme, E., Selmer, O. A. R., Gislerød, R. H. and Moe, R. 1994. Cultivar differences in nutrient absorption and susceptibilty to bract necrosis in

- poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). Alemania. Gartenbauwissenschaft 59: 6-12.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2010). Plant physiology, fifth edition. Sinauer associates,inc. USA. 580 pp.
- Taiz, L., E. Zeiger, I. M. Moller y A. Murphy. 2014. Plant Physiology & Development. 6<sup>th</sup> Oxford University Press. United Kingdom.
- Torres-Olivar, V., Villegas-Torres, O.G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejacal, I., Sainz-Aispuro, M de J., Pérez-Hernández, 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.
- Torres-Olivar, V., Villegas-Torres, O.G., Valdez-Aguilar, L. A., Alia-Tejacal, I., López-Martínez V., Trejo-Téllez, L.I. (2015). Respuesta de la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzch) a la relación nitrato: calcio en tres etapas fenológicas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm 12: 2345-2357.
- Tuteja, N. and Mahajan, S. 2007. Calcium signaling network in plants. Inglaterra. Plant Signal Behav. 2(2):79-85.
- Valdéz, A. L. A.; Hernández, P. A.; Alvarado, C. D. and Cruz, A. A. 2015. Design of a fertilization program for chrysanthemum based on extraction of macronutrients. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 12:2263-2276.
- Vázquez-Alvarado, J.M. P., García, F. P., Granada, L. C., Canul, J. K., Ramírez, S. R., Osuna, F de J. C. (2012). Cuetlaxóchitl-Nochebuena su pasado, presente y futuro en el estado de Morelos. INIFAP CIRPAC, CE Zacatepec. Publicación especial Núm. 52. 70 p.



Whipker, B. E., Hammer P. A. (1997). Nutrient uptake in poinsettia during different stages of physiological development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122(4): 565-573.

## CONCLUSIONES GENERALES

En el crecimiento de las plantas de nochebuena 'Prestige red' se vieron determinadas por las condiciones que se cultivó, así como las etapas fenológicas. Se requiere de 3325 UC desde el trasplante hasta su etapa de comercialización para su desarrollo adecuado. El peso de materia fresca y seca tuvo dos fases: la primera, del trasplante hasta los 80 ddt con menor incremento, y la segunda fase de los 81 hasta los 120 días con mayor incremento. Estas dos fases estuvieron asociadas al incremento en el área foliar. La mayor TCA fue a los 120 ddt, la TCR mas alta se registró a los 98 ddt ( $0.036 \text{ g g}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), la máxima TAN estuvo presente entre los 41 y 76 ddt. En el desarrollo vegetativo es donde se presentó el mayor crecimiento de las plantas.

La nochebuena 'Prestige red' presenta una alta demanda en K y N después de la poda de formación en la etapa vegetativa. El orden de requerimientos de nutrientes fue  $K > N > P > Mg > Ca$ . La nochebuena 'Prestige red' presentó una gran demanda de K y N a los 76 ddt, siendo el K el elemento extraído en mayor cantidad. Esto indica que la acumulación de materia seca y extracción nutrimental es proporcional a la absorción y acumulación de estos nutrimentos en nochebuena. Al inicio de la etapa de desarrollo puede partirse de una fertilización baja, de lo contrario solo sería un gasto innecesario en fertilizante. Se recomienda aumentar la fertilización después de los 72 ddt hasta la comercialización del cultivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 21 de marzo de 2023

**Asunto:** Voto Aprobación de Tesis.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ**  
**TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'** que presenta el **ING. FRANCISCO JAVIER CARRILLO CEJA**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección y la codirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ**  
**Comité Evaluador**

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209  
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



*Una universidad de excelencia*

RECTORÍA  
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**PORFIRIO JUAREZ LOPEZ** | Fecha:2023-03-21 16:50:14 | Firmante

B0fYLA+sdc+Vd0XuDjM6pyd9cJCobjwGvS867G7jzXGuzKZN/H/7cuNJYgK0KjdCbgI7Vj7kCZTffUYE+WUYyh5KHIRiNP1O52ZjzeJzaol+dFLHqXGTBVhoZE3fnC3lubTHFiK9k/i/ffSsbuZMiLOLTg0iOOM5h1mxXSvfH2WjPegSydwxPKhTnv8hGZpZ583FTDQfbcBF+8HyVYhSzHZCGFkqFbkfNo1FQQLih8KYej54KG8ilGzmvXHoTdkjegENmgSuNfgY6aOHltHEu6am1aJ7HMGVBsPPwMrEf5hHJFDxsjQYmuYbFq5N+ZFTso4OqNMpSTN5O2VxkSLFg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[smiRb90Zn](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/hOyYNmA43vjbF8t9kVbw4oZGsA3gQVc0>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 21 de marzo de 2023

**Asunto:** Voto Aprobación de Tesis.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ**  
**TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'** que presenta el **ING. FRANCISCO JAVIER CARRILLO CEJA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ** y la codirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. LUIS ALONSO VALDEZ AGUILAR**  
**Comité Evaluador**

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209  
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



*Una universidad de excelencia*

RECTORÍA  
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**LUIS ALONSO VALDEZ AGUILAR** | Fecha:2023-03-21 20:57:57 | Firmante

UqSx34pIIzM0HxtablsizLmxvwN2yTHuPJA2vltUbEsHeDMNOqgpJhlqZuzqC8HKSa18xuk7HU+H77QaiqEpx4IpiD6Q822XImip8CZxQON7b9IN9AHjWTnhJRJbZZIsZnyw5C+sil  
WKI+bulhxb+CZMhw2cq3n45J5IEOEMoABtOdbSuJ86y6colwOjVEPPCdHxzEq9BklWXLyICEWSa7tC3Z8Qf1GDauEoWEDabOdGuC25Izdov/nQgFTep7pv6qwnbvjZwNAQjeqr  
DhC18+frWJKibZ2MuccfA9kZzIU+9wO86p6zMOGJeXbkYjrGStMr1+/u0v+UHu6PR4ztWQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[yOJaUs4T3](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/C5EK4wSzlInianVJRi3TinixTTs6fpY2F>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 21 de marzo de 2023

**Asunto:** Voto Aprobación de Tesis.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ**  
**TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'** que presenta el **ING. FRANCISCO JAVIER CARRILLO CEJA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ** y la codirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. CID AGUILAR CARPIO**  
**Comité Evaluador**

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209  
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



*Una universidad de excelencia*

RECTORÍA  
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**CID AGUILAR CARPIO | Fecha:2023-03-21 21:03:31 | Firmante**

FnRVX7i0fULG7DjNHdR1aEOIvgUBA1oA4fkUrbNRCsL0YgjVWLi0FJNrE+H0cG/esDNjPV7T00fj0/8aOY4QXa8qVsw31B0rxC/BE3ofmXDImxx6iZ521puJ+nGPPDImQmbmsGbvE  
CqzcQ9KU50ppBc8uINIMWVG+NYBm75jzaibzGlqXYIVORPBuiQAAWzvmYTWK4wGYmDkhAv15Cix9nPypQ7ITVhcEP46yiLYyXsA409eft2zVTPVnGRC4WLbY5lvi/rGDUEDT2  
p7Dn7uUC0Z9F1LHKLqZl8hqRL6HNRPyjqrKGGHbzscD2J0KCFsZz0hXcC29GnU+uO9g87Ow8Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[kRupsm5Bw](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/yxSgpSvJ2VuQtyPY2BL6ETqQmL8bkBH4>







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 21 de marzo de 2023

**Asunto:** Voto Aprobación de Tesis.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ**  
**TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'** que presenta el **ING. FRANCISCO JAVIER CARRILLO CEJA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ** y la codirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO**  
**Comité Evaluador**

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209  
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



*Una universidad de excelencia*

RECTORÍA  
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**MANUEL DE JESUS SAINZ AISPURO | Fecha:2023-03-22 02:07:35 | Firmante**

W9EzQ6WMtpp+6/v2SU46CdKpw/a+012Yqh3lm3WO79i3z9asWA2ENHb6+/o8N355NaiP0K6SZ2ef+MIObYbCXheD3plzKlvOXDUJa3Ei3KNN8EuoZAg8AdkaEFHYJSW2mIKK1FqQbv5Vzy5L7vf7fRFRBppg0enqYHXG7AtP7nqpG6LRQ+v+h0qUfyZnEMuwRm+CrOrlk9+foUTmUnWpc7MBBATTMrdcSgl+9vWQXpFJRNEPmQmRDsBFM9pNvOMKPE2fKbWGOeVJOb79u6ma0+vci496wBRJ9Alg0qheXro5YxsfPBoBZNew9tdtGOJyZJxZQRnk6fKsfSk6vTjhlmQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**6Kh9PVRUm**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/HIMO19DwyrneadYidTWi6hqxZ3Qoplo>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dirección

Jefatura de Programas de Estudios de Posgrado

Cuernavaca, Morelos, 21 de marzo de 2023

**Asunto:** Voto Aprobación de Tesis.

**MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESENDIZ**  
**TITULAR DE LA DIRECCIÓN DE LA FACULTAD**  
**DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**P R E S E N T E.**

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch) 'PRESTIGE RED'** que presenta el **ING. FRANCISCO JAVIER CARRILLO CEJA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ** y la codirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ**  
**Comité Evaluador**

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209  
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 7046. fagropecuarias@uaem.mx



*Una universidad de excelencia*

RECTORÍA  
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**VICTOR LOPEZ MARTINEZ** | Fecha:2023-03-22 11:35:14 | Firmante

VjuP6Kww2MKds/M+xlG/NFQ63zY2UWUCIIK68ry5CYdOJq2xEaqlD3ika4QaxzcnY35fTXwwpz8ltUcVD8PWVnNsuttmAnXUPegYfR/+F48cztKcYdFFmT8BVmo48m9SL6fgwjlabt  
UIYevzQL4NHjDhA+J/NgDXEBY/nEHYsSrTjWJNvcanQsZy1bHQjbcL1653+AhuovXbg92zAfe44YYWYNS+euJ4bmXbNFsEcZa8tzz+og1vTFXdhaoCboQG8hO+p8GV0fg+kE1k  
TYqg4L4h68AJNcN5QOkQHL9efKzU7cz/aR8aFm/PafeNSQlpo3uuX3EnOX6UNOYsT5Y4w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[AMYPkz2Om](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/EktnVhDsX0w9mFUTvFxSdpi7J9u2Av7N>

