



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**“EFECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA
GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE
NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO HORTÍCOLA**

P R E S E N T A N:

**MUÑOZ AVILA MARISOL
VEGA GARCÍA MARÍA LUISA**

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. María Andrade Rodríguez



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, a 01 de junio de 2020

“EFECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)”

Tesis realizada por **MUÑOZ AVILA MARISOL Y VEGA GARCÍA MARÍA LUISA** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO HORTÍCOLA

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: Maria Andrade Rguez.


Dra. María Andrade Rodríguez

Revisor: 


Dr. Oscar Gabriel Villegas Torres

Revisor: 

Dra. Teresa de Jesús Rodríguez Rojas

Revisor: 

Dr. Héctor Sotelo Nava

Revisor: 

Dr. José Antonio Chávez García

Cuernavaca, Morelos, a 01 de junio de 2020

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por abrirnos sus puertas y brindarnos el conocimiento y las herramientas necesarias para poder concluir con nuestro objetivo de manera satisfactoria.

Se agradece a la Dra. María Andrade Rodríguez, por tenernos paciencia en este proceso, compartir sus conocimientos, brindarnos su apoyo, confianza, dedicación y asistencia como directora de tesis para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al comité de revisión conformado por: Dr. Oscar Gabriel Villegas Torres, Dra. Teresa de Jesús Rodríguez Rojas, Dr. Héctor Sotelo Nava, Dr. José Antonio Chávez García por su contribución en nuestra formación académica y sus valiosas observaciones y aportaciones para enriquecer este trabajo.

A los profesores de esta Facultad, que siempre resolvieron nuestras dudas y nos encaminaron para poder tomar mejores decisiones, por interesarnos en temas de investigación y profundizar más a fondo en algunos de ellos.

A la sociedad, porque gracias a sus contribuciones permiten que exista la educación superior pública.

DEDICATORIAS

Marisol Muñoz Avila

A mis padres:

Marina Avila† la mejor amiga, mujer y madre, por darme el regalo de la vida, llenarme de amor, darme consejos y lecciones que jamás olvidaré, guiar cada uno de mis pasos ahora que eres un ángel.

Efigenio Muñoz, que sin importar el estado del tiempo sale de casa a trabajar para que nada haga falta en el hogar, por apoyarme en todas mis decisiones y darme fortaleza para alcanzar mis metas.

A mis hermanos Valeria, Anahí, Laura y Miguel Ángel, por ser mis cómplices en todas las travesuras que realizamos, que me han brindado apoyo y que nunca han dejado de creer en mí.

María Luisa Vega García

A mis padres:

Guillermina García por regalarme vida, por hacer que lograra crecer, tanto física como espiritualmente, por toda la confianza que siempre ha depositado en mí, por tenerme paciencia y corregirme cuando algo está mal, por enseñarme lo que es correcto y sobre todo apoyarme en todo momento.

Domingo Vega quien sin importar las circunstancias siempre va hacia adelante y nunca se rinde, me da ánimos y cree en mí, y gracias a todo su apoyo pude llegar hasta aquí, es un gran padre y mi ejemplo a seguir.

A mi hija:

Larisa por ser mi mayor motor, quien le da impulso y color a mi vida, gracias por entender mi ausencia durante largas horas invertidas para poder darle lo mejor, haré que valga la pena y algún día sepa que todo lo que hago es por ella.

A mis hermanos:

Karina y Rodolfo, que siempre me han apoyado en las buenas y en las malas, me han aportado mucho en este viaje llamado vida y agradezco sus críticas y opiniones que sin duda me han hecho mejorar y ser más fuerte, preparándome para lo que venga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	II
RESUMEN	III
SUMMARY	IV
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia de la nochebuena	4
2.2. Métodos de propagación de la nochebuena	5
2.2.1. Propagación por estacas	5
2.2.2. Propagación por esquejes	6
2.2.3. Propagación por semillas.....	6
2.3. Calidad de semilla	7
2.3.1. Tamaño de la semilla	8
2.3.2. Composición química de la semilla	10
2.4. Calidad de plántulas	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Sitio experimental	12
3.2. Material vegetal	12
3.3. Siembra	13
3.4. Diseño experimental	13
3.5. Manejo agronómico de las plantas del experimento	13
3.6. Características de las semillas	14
3.7. Variables de germinación y crecimiento de plántulas	14
3.8. Análisis de datos	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1. Características de semillas de nochebuena	15
4.1.1. Efecto del genotipo de los progenitores en las características de semillas	16

4.1.2. Características de las semillas en función de la biomasa	17
4.2. Características de plántulas de nochebuena	18
4.2.1. Efecto del genotipo de los progenitores en el crecimiento de las plántulas	20
4.2.2. Efecto de la biomasa de las semillas en las características de las plántulas.....	23
4.3. Correlación de variables	28
5. CONCLUSIONES	31
6. LITERATURA CITADA	32

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Progenitores y cruzamientos en nochebuena entre 'Amanecer navideño' con cuatro variedades de sombra y su autofecundación.....	12
2. Análisis de varianza de características de semillas de nochebuena.....	15
3. Comparación de medias de las características de semillas de nochebuena por efecto de los progenitores del cruzamiento.....	16
4. Comparación de medias de las características de semillas de nochebuena por efecto de la biomasa de las semillas.....	18
5. Análisis de varianza de características de plántulas de nochebuena.....	19
6. Comparación de medias de variables de crecimiento de plántulas de nochebuena por efecto de los progenitores de los cruzamientos.....	21
7. Comparación de medias de variables de crecimiento de plántulas de nochebuena por efecto de la biomasa de las semillas.....	25
8. Correlación de características de semillas y características de plántulas de nochebuena.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Emergencia de plántulas de nochebuena.....	20
2. Altura de plántulas de nochebuena en función del genotipo de los progenitores de las semillas. An: Amanecer navideño, Fr: Festival red, Pm: Premium marble, Pr: Prestige red, Mp: Mars pink. DMSH=1.05	21
3. Diámetro del tallo de plántulas de nochebuena en función del genotipo de los progenitores de las semillas. An: Amanecer navideño, Fr: Festival red, Pm: Premium marble, Pr: Prestige red, Mp: Mars pink. DMSH=0.359	23
4. Longitud y ancho de hoja en plántulas de nochebuena.....	26
5. Altura de plántulas de nochebuena por efecto de la biomasa (mg) de las semillas. Clase 1: < 80, Clase 2: 80-90, Clase 3: 91-100, Clase 4: 101-110, Clase 5: 111-120, Clase 6: >120. DMSH = 1.19	27
6. Diámetro de tallo de plántulas de nochebuena.....	27
7. Diámetro de tallo de plántulas de nochebuena por efecto de la biomasa (mg) de las semillas. Clase 1: < 80, Clase 2: 80-90, Clase 3: 91-100, Clase 4: 101-110, Clase 5: 111-120, Clase 6: >120. DMSH=0.40	28
8. Distribución porcentual de semillas en cada una de las clases de biomasa. Clase 1: < 80, Clase 2: 80-90, Clase 3: 91-100, Clase 4: 101-110, Clase 5: 111-120, Clase 6: >120	29

RESUMEN

Euphorbia pulcherrima es una planta de importancia económica. La forma de reproducción más utilizada es vía asexual, pero esto no permite que exista variación genética y hace dependientes a los productores de variedades extranjeras. Es importante que a partir de cada semilla se genere una nueva plántula como elemento para el mejoramiento genético. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del genotipo y tamaño de las semillas en la calidad de las plántulas de nochebuena. Se evaluaron semillas provenientes de cinco cruzamientos de nochebuena, a las cuales se les midió el largo, diámetro y biomasa. Posteriormente se hizo la siembra y se contaron los días requeridos para emerger, a las plántulas se les midió, altura, diámetro del tallo, longitud y ancho de hoja cotiledonar, número de hojas nomófilas, longitud y ancho de hoja nomófila. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos, con cinco repeticiones por tratamiento y número variable de semillas por repetición, en función del genotipo y clase de semilla por biomasa. La variación que presentó *E. pulcherrima* en biomasa de la semilla permitió formar seis clases. Los resultados indicaron diferencias por efecto de los progenitores en las características de peso y diámetro de las semillas. Las características de las plántulas indicaron efecto significativo de los progenitores en relación con la longitud y ancho de las hojas cotiledonares, longitud y ancho de las hojas nomófilas; el efecto fue altamente significativo para altura y diámetro de tallo. Sin embargo, los progenitores no afectaron el número de hojas producidas en las plántulas. La investigación permitió concluir que la calidad física de las semillas de nochebuena vario en función de los progenitores de la crusa; las semillas del cruzamiento de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' tuvieron mayor biomasa y diámetro, lo cual estuvo relacionado con la calidad de las plántulas, pues en estas semillas, las hojas cotiledonares fueron largas y anchas, con tallos de mayor diámetro (más vigorosos) y mayor altura; las plántulas provenientes de las semillas de mayor biomasa tardaron más tiempo para emerger, pero fueron las que generaron plantas más vigorosas, con mejores características y por tanto de mejor calidad.

Palabras clave: biomasa de semillas, calidad de plántulas, progenitores

SUMMARY

Euphorbia pulcherrima is a plant of economic importance. The most widely used form of reproduction is asexual, but this does not allow genetic variation to exist and makes producers of foreign varieties dependent. It is important that a new seedling be generated from each seed as an element for genetic improvement. This work aimed to evaluate the effect of genotype and seed size on the quality of poinsettia seedlings. Seeds from five poinsettia crosses were evaluated, to which the length, diameter and biomass were measured. Later the sowing was done and the days required to emerge were counted, the seedlings were measured for height, stem diameter, length and width of the cotyledon leaf, number of nomophyll leaves, length and width of nomophyll leaf. The experimental design was completely randomized with factorial design of treatments, with five repetitions per treatment and variable number of seeds per repetition, depending on the genotype and class of seed per biomass. The variation that *E. pulcherrima* presented in the seed biomass allowed to form six classes. The results indicated differences due to the effect of the parents on the characteristics of weight and diameter of the seeds. Seedling characteristics indicated significant effect of seed parents in relation to the length and width of the cotyledon leaves, length and width of the nomophyll leaves; the effect was highly significant for height and stem diameter. However, the parents did not affect the number of leaves produced on the seedlings. The research allowed to concluded that the physical quality of the poinsettia seeds varied depending on the parents of the cross; the seeds of the cross of 'Amanecer navideño' x 'Prestige red', had greater biomass and diameter, which was related to the quality of the seedlings, because in these seeds,

the cotyledonal leaves were long and wide, with stems of greater diameter (more vigorous) and greater height; seedlings from seeds with higher biomass took longer to emerge, but were not the ones that generated more vigorous plants, with better characteristics and therefore of better quality.

Key words: biomass, seedling quality, parents.

1. INTRODUCCIÓN

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) es una especie nativa de México, del bosque tropical caducifolio de la vertiente del pacífico, se encuentra de forma silvestre desde Sinaloa hasta Guatemala (Steinmann, 2002). Se distribuye particularmente en el norte de Guerrero y en Morelos (Trejo *et al.*, 2012).

Esta especie también se conoce como cuetlaxochitl, que en náhuatl significa “flor que se marchita” símbolo de pureza (Cruces, 1987). Se ha cultivado desde la época prehispánica en lo que actualmente es la Ciudad de México; se introdujo en los jardines de aclimatación de Netzahualcóyotl y de Moctezuma (McGinty, 1980). En la actualidad, la nochebuena es la planta cultivada en maceta con mayor demanda en el invierno, la más importante desde el punto de vista económico por sus diferentes usos como ornamental y también como planta medicinal debido a su composición química (Colinas-León, 2009). En la última década se ha incrementado la superficie destinada a su cultivo, lo que se ha visto reflejado en el aspecto económico de los productores de ornamentales (Rodríguez *et al.*, 2016).

La forma de reproducción de la nochebuena es sexual y asexual, la ventaja de que sea por la vía sexual es que se genera mayor variación genética, ya que al haber un cruzamiento origina que haya recombinación genética dando origen a individuos con diferente información genética; esta forma de reproducción se usa generalmente sólo con fines de mejoramiento genético (Taylor *et al.*, 2011). En cambio, mediante la vía asexual los nuevos individuos no sufren modificación genética, por lo que se asegura que los fenotipos pasen a la siguiente generación de cultivo (Canul *et al.*, 2012); la forma de multiplicación con fines de producción de plantas ornamentales se realiza mediante esqueje de tallo (Taylor *et al.*, 2011; Rangel-Estrada *et al.*, 2015) o mediante estacas (Colinas *et al.*, 2015).

En nochebuena, la mejora genética está enfocada a obtener plantas de porte bajo, con tallos gruesos; brácteas de color rojo, amarillo y jaspeado; de ciclo precoz a intermedio; con resistencia a enfermedades, resistente al empaque, traslado, manejo

post cosecha y larga vida en contenedor (Canul *et al.*, 2010). Para tener éxito en los programas de mejoramiento genético de nochebuena mediante las técnicas convencionales sea por hibridación intraespecífica o interespecífica es necesario generar semillas de calidad tal, que permita obtener una planta por cada una de ellas, para tener mayor probabilidad de asegurar una progenie con crecimiento vigoroso. Al respecto, Ayala-Cordero *et al.* (2004) indican que para la perpetuación de la especie es primordial producir semilla viable en cantidad suficiente que permita su reproducción a través del tiempo, la producción de semillas en cantidades grandes se considera como una estrategia reproductiva, puesto que son unas cuantas las que logran establecerse de manera natural.

Otro aspecto importante es la composición estructural de la semilla, si presenta testa dura es factible que presente dormancia, ya que dificulta la emergencia; aunque la presencia de testa dura protege al embrión y permite que perdure por un periodo de tiempo más largo. En especies silvestres, el primer paso es conocer el mecanismo de supervivencia, las características morfológicas de la planta y de manera particular el tamaño de la semilla, la composición física y química, que son los que van a determinar las condiciones de almacenamiento y conservación. La información sobre germinación de semillas en nochebuena es limitada, por ello existe la necesidad de conocerla, describirla y documentarla (Canul *et al.*, 2012).

El tamaño de la semilla es un carácter importante, pues indica el contenido de los nutrimentos esenciales que darán origen a la planta nueva, cuyo vigor dependerá del tipo y cantidad de sustancias contenidas como reserva (carbohidratos, lípidos o proteínas); además, es importante para la dispersión de la especie, viabilidad, germinación, emergencia, supervivencia y habilidad competitiva de las plántulas (Ayala-Cordero *et al.*, 2004). Con respecto al tamaño de las semillas de nochebuena, Canul *et al.* (2012b) hicieron colectas en los estados de Nayarit, Morelos y Guerrero y observaron que presentan 7.98, 7.56 y 7.17 mm de largo, diámetros de 7.04, 6.21 y 6.08 mm, así como biomasa de 174, 131, y 120 mg respectivamente. Hernández (2011) observó que las semillas fueron de 6.0 a 7.09 mm de largo por 4.08 a 6.08 mm de diámetro y que 20 semillas tuvieron un peso de 1.856 g.

Las semillas grandes tienen mayor capacidad para la emergencia durante la germinación (Aguilar *et al.*, 2014); por lo tanto, las semillas pequeñas tienen menor capacidad de emergencia, por esta razón sus plántulas serán de menor tamaño (Henríquez, 2004), una plántula proveniente de una semilla de mayor tamaño tiene más probabilidad de sobrevivir que una de semilla pequeña porque contienen mayor cantidad de reservas para el embrión en crecimiento y esto le permitiría germinar de forma más eficaz; además, el efecto del tamaño inicial de la plántula puede persistir hasta la madurez o perderse con el tiempo (Aguilar *et al.*, 2014).

En el caso de la nochebuena, la testa de las semillas es delgada, el embrión está rodeado de endospermo amiláceo, por lo cual es considerada como una semilla ortodoxa (González, 2007) y puede almacenarse, además no presenta dormancia. Las semillas son cilindriformes, apiculadas, redondeadas (Mayfield, 1997). Según la Royal Botanic Gardens Kew (2008), el contenido de aceite de las semillas de *E. pulcherrima* corresponde al 34.9 % de su peso total.

Es importante que a partir de cada semilla obtenida de cruzamientos de nochebuena se pueda generar una nueva plántula, razón por la cual es necesario conocer la relación del tamaño de las semillas con las características de las plántulas, como elemento básico para el mejoramiento genético. Por lo anterior, se plantea la presente investigación con el objetivo siguiente:

Objetivo

Evaluar el efecto del genotipo y tamaño de las semillas en la germinación y calidad de las plántulas de nochebuena.

Hipótesis

- La germinación y calidad de las plántulas será diferente por efecto de los progenitores.
- Las semillas de mayor biomasa generarán plántulas de mayor tamaño

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la nochebuena

México es centro de origen de la nochebuena, especie de amplia distribución geográfica, la cual se puede localizar desde el Océano Pacífico hasta prácticamente Guatemala, en todo el Golfo de México y en la porción central del país, pero aún no se ha definido con exactitud donde apareció por primera vez. A pesar de esto, en el país se ofertan para la producción de nochebuena variedades de procedencia extranjera; al año se comercializan más de 60 genotipos, ninguna es de México, y son cinco variedades las que predominan en el mercado. En este contexto es importante iniciar el proceso de mejoramiento de la especie mediante la colecta de germoplasma. La nochebuena silvestre representa una de las mejores opciones para obtener variabilidad genética, ya que al ser plantas que han evolucionado en condiciones naturales poseen genes de interés que se pueden emplear en la creación de nuevas variedades o la incorporación de algunos genes en variedades mejoradas, como los de resistencia a estrés abiótico o biótico, susceptibilidad a bajas temperaturas o a patógenos (Trejo *et al.*, 2012).

La SADER reportó que en 2019 se producirían 19 millones 113 mil 464 plantas cultivadas en 285 hectáreas; los principales estados productores son Morelos con seis millones 424 mil plantas; Michoacán, tres millones 922 mil; Ciudad de México, tres millones 575 mil; Puebla, dos millones 639 mil; Jalisco, un millón 716 mil; Estado de México, 820 mil; y Oaxaca, 14 mil 500 mil plantas (Regeneración, 2019). De acuerdo con el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, en 2018 el valor de la producción de nochebuena fue de 718 millones 372 mil pesos. Se cultivan principalmente 30 variedades que se ponen a la venta en centros urbanos como Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y a nivel local.

2.2. Métodos de propagación de la nochebuena

Bernuetz (2001) indica que la nochebuena se propaga *in vivo* (mediante semillas, injerto y esquejes de raíz y tallo), e *in vitro* (micropropagación, brotes adventicios y embriogénesis somática). Esta especie se propaga también por estacas cuando se trata de plantas que se producen para decoración en jardines (nochebuena de sol); los esquejes se usan principalmente para las variedades que se producen bajo condiciones de invernadero; y las semillas se usan en caso de mejoramiento genético. El criterio fundamental para la reproducción asexual, ya sea por estaca o esqueje, es seleccionar plantas madres vigorosas y sanas con características fenotípicas atractivas tales como porte de la planta, forma, tamaño, color de hojas y brácteas (Canul *et al.*, 2010).

2.2.1. Propagación por estacas

La propagación de nochebuena de sol (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) mediante estacas se realiza por las personas que la comercializan, si no se vende la mantienen como adorno. En los estados de Morelos y México son pocos los productores que se dedican a la propagación de la nochebuena mediante estacas, actividad que realizan de manera simple sin demasiados equipos tecnológicos (Galindo *et al.*, 2012). La propagación por estaca es una estrategia para obtener plantas de tamaño comercial; se deben seleccionar estacas de consistencia leñosa con 3 cm o más de diámetro, se cortan con 20 a 30 cm de longitud, según la distancia de entre nudos. En la base de la estaca, se efectúan dos cortes de un centímetro de longitud, aproximadamente, en bisel o en ángulo, la base de la vareta se impregna con regulador de crecimiento ácido 3-indolbutírico y en dos o tres meses se obtienen nuevas plantas formadas a partir de varetas enraizadas de nochebuena de sol (García-Pérez *et al.*, 2013); estos autores indican que deben ser estacas leñosas, sugieren que el sustrato contenga componentes orgánicos y estimular la formación de raíces con ácido 3-indolbutírico (Radix® 10000).

2.2.2. Propagación por esquejes

La producción de esquejes es una actividad importante, México exporta alrededor de 30 millones de esquejes de nochebuena, los cuales se producen en el estado de Morelos y se envían a mercados de África, América del Norte, Asia y Europa con un valor aproximado de 90 millones de pesos (SAGARPA, 2014).

Torres y López (2012), señalan que para la propagación por esqueje es fundamental que el cultivador maneje una alta calidad de esquejes y un ambiente ideal para el desarrollo radical. Las especificaciones para los esquejes de tallo terminal son entrenudos de 5 a 6 cm, es deseable que tengan un diámetro de 4 a 6 mm y que tengan cuando menos tres hojas, pero esto varía de acuerdo con la variedad.

El corte del esqueje deberá de ser ligeramente diagonal, después de cortarlos se procura colocarlos en una caja de cartón para evitar la deshidratación. Los esquejes se impregnan con enraizador (Radix® 1500) en la base del tallo, para posteriormente colocarlos en macetas, en condiciones de humedad relativa de 70 a 80 % y temperatura de 38 a 40 °C, 7 a 10 días después de plantar, los esquejes comenzarán a formar tejido calloso alrededor de la base del tallo y a las cuatro semanas habrán enraizado (Cabrera, 2006).

2.2.3. Propagación por semillas

La información acerca de propagación por semilla es escasa ya que generalmente es utilizada sólo por fitomejoradores; al respecto, (Rodríguez *et al.* 2016) indican que la producción de frutos y semillas es fundamental para el mejoramiento genético convencional, para lo cual se realizan cruzas para obtener nuevas variedades; Canul-Ku *et al.* (2013) también señalan que las semillas son la base fundamental de la diversidad genética de las especies y elemento fundamental en el mejoramiento genético convencional.

En México el mejoramiento genético de nochebuena es reciente; los países que realizan este proceso para nochebuena han sido Estados Unidos de Norteamérica, Francia, Noruega, Austria y Alemania, los cuales generan variedades cuyas características primordiales son la resistencia mecánica al transporte, resistencia al frío, color, forma y tamaño de las brácteas novedosos (no existentes en variedades comerciales), el porte y el vigor de la planta, reducción a la sensibilidad al etileno y mayor duración de las brácteas (Taylor *et al.*, 2011).

Las variedades de nochebuena importadas y cultivadas en México llegan a tener problemas como falta o exceso de crecimiento vegetativo, floración temprana o falta de pigmentación en las brácteas, lo anterior indica la necesidad de generar variedades en México que estén adaptadas a las condiciones climáticas del país (Rodríguez *et al.*, 2016).

Vargas (2012) observó que las plantas de nochebuena de sol generaron semillas sin intervención humana, porque la polinización de las flores es entomófila. Sin embargo, para fines de mejoramiento genético, la polinización debe ser controlada y la viabilidad de la fecundación dependerá de los progenitores seleccionados para los cruzamientos, como señalaron Canul *et al.* (2012b); también Huang y Chu (2008) indicaron que la hibridación exitosa radica en que los progenitores produzcan polen viable en gran cantidad, y que el periodo de liberación de éste debe ser prolongado, además de tener capacidad de producir semillas en gran cantidad.

2.3. Calidad de semilla

Las semillas deben reunir ciertos estándares dependiendo de la especie para ser consideradas de buena calidad física (Moreno, 1996), la cual considera el contenido de humedad, peso por volumen y la pureza; también se puede considerar el color, tamaño de semilla, peso de mil semillas y los daños por hongos e insectos. La calidad fisiológica implica la integridad de las estructuras de las semillas y procesos

fisiológicos, como la viabilidad, germinación y vigor, que dependen del genotipo (Moreno *et al.*, 1988).

La producción eficiente de semillas depende de varios factores, el genotipo de las plantas, el número de repeticiones de polinización, la temperatura y la luz del ambiente; en nochebuena, la producción de semillas obtenida por polinización cruzada o autopolinización es generalmente baja (Bernuetz, 2001).

La capacidad de producción de semillas en esta especie varía en función de las variedades usadas como progenitor femenino y masculino (Rodríguez *et al.*, 2016). A mayor producción de semilla mayor probabilidad de encontrar nuevos fenotipos; por lo que, son deseables los progenitores que tengan mayor capacidad de desarrollar frutos y semillas por fruto (una, dos o tres semillas).

2.3.1. Tamaño de la semilla

El tamaño de semilla es un carácter importante, pues indica el contenido de los nutrimentos esenciales que darán origen a la planta nueva, cuyo vigor dependerá del tipo y cantidad de sustancias contenidas como reserva (carbohidratos, lípidos o proteínas); además, es importante para la dispersión de la especie, viabilidad, germinación, emergencia, supervivencia y habilidad competitiva de las plántulas (Ayala-Cordero *et al.*, 2004).

Con respecto al tamaño de las semillas de nochebuena, Canul *et al.* (2012b) hicieron colectas en los estados de Nayarit, Morelos y Guerrero y observaron que presentan 7.98, 7.56 y 7.17 mm de largo, diámetros de 7.04, 6.21 y 6.08 mm, así como biomasa de 174, 131, y 120 mg respectivamente. Hernández (2011), observó que las semillas fueron de 6.0 a 7.09 mm de largo por 4.08 a 6.08 mm de diámetro y que 20 semillas tuvieron un peso de 1.856 g.

Las semillas grandes tienen mayor capacidad para la emergencia durante la germinación (Aguilar *et al.*, 2014), por lo tanto, las semillas pequeñas tienen menor capacidad de emergencia, por esta razón sus plántulas serán de un tamaño más reducido (Henríquez, 2004). Una plántula proveniente de una semilla de mayor tamaño tiene más probabilidad de sobrevivir que una de semilla pequeña porque contienen mayor cantidad de reservas para el embrión en crecimiento y esto le permitiría germinar de forma más eficaz, por lo que el efecto del tamaño inicial de la plántula puede persistir hasta la madurez o perderse con el tiempo (Aguilar *et al.*, 2014).

Con la finalidad de determinar el patrón de variación de la semilla y la relación con su poder de germinación y emergencia, Canul *et al.* (2012b) realizaron la caracterización de muestras de semillas en poblaciones silvestres provenientes de los estados de Morelos, Guerrero y Nayarit; observaron que el tamaño de semilla y cotiledón del germoplasma procedente de Nayarit fue mayor con 7.98 mm de largo y 7.04 mm de diámetro en la semilla y 37.39 mm de largo con 31.90 mm de ancho del cotiledón, comparado con los de Morelos 7.56 mm de largo con 6.21 mm de diámetro así como 26.59 mm de largo y 24.23 mm de ancho del cotiledón y Guerrero 7.17 mm de largo con 6.08 mm de diámetro y 26.83 mm de largo con 23.50 mm de ancho del cotiledón.

Rodríguez *et al.* (2016) reportan que la biomasa individual de las semillas de nochebuena varió de 0.221 a 0.395 g en la mayoría de los cruzamientos, aunque el promedio general fue de 0.331 g. Estos resultados fueron mayores a los reportados por Canul *et al.* (2012b), lo anterior fue debido a que en dicha investigación se obtuvieron menos de tres semillas por fruto, lo que permitió que estas fueran de mayor biomasa en comparación con las semillas recolectadas en 2012 por los investigadores antes mencionados.

Con respecto al tamaño de las semillas, Bernuetz (2001) indica que de 304 semillas producidas, el 39 % fueron de 4 a 6 mm, 45 % de 3 a 4 mm y el 16 % fueron < 3 mm de diámetro polar. También señala que la germinación ocurrió en 2 a 4 semanas

tanto en invernadero como *in vitro*, que las plántulas tuvieron dos hojas completamente extendidas en 4 a 6 semanas después de la germinación en invernadero. En cuanto al tamaño de las semillas y su relación con la germinación, este investigador reporta que las semillas más grandes (4 a 6 mm) tuvieron 93 % de germinación, las de tamaño medio (3 a 4 mm) germinaron en 63 % y las más pequeñas (< 3 mm) no germinaron.

2.3.2. Composición química de la semilla

Las características más comunes de las plantas de la familia Euphorbiaceae son: semillas con tegumento externo, con o sin endospermo y a menudo carunculadas; embrión grande con amplios cotiledones (Pascual y Correal, 1992). Según Webster (1987) desde un punto de vista bioquímico es una familia muy diversa ya que contiene alcaloides, glicósidos cianogénicos, ácidos grasos, glucosinolatos y terpenoides, entre otros.

Barclay y Earle (1974) compararon el contenido en aceite y proteína de diversas familias botánicas estableciendo unos valores medios; de acuerdo con este estudio, las Euphorbiaceae tienen un contenido medio en aceite cercano al 40 %. Rizk (1987) reporta que se ha investigado la composición química de más de 120 especies, principalmente del género *Euphorbia* y sus principales compuestos químicos son triterpenoides, flavonoides y alcaloides, pero también contienen cumarinas, glucósidos cianogénicos y taninos; el aceite de la semilla de esta familia contiene ácidos grasos saturados e insaturados.

González (2007) indica que el embrión de la semilla de nochebuena está rodeado de endospermo amiláceo, por lo cual es considerada como una semilla ortodoxa y puede almacenarse. Según la Royal Botanic Gardens Kew (2008), el contenido de aceite de las semillas de *E. pulcherrima* corresponde al 34.9 % de su peso total.

2.4. Calidad de plántulas

El término plántula se usa para nombrar a las primeras etapas de desarrollo de la planta, desde que germina la semilla hasta que adquiere sus primeras hojas nomófilas. La calidad de las plántulas es una combinación de las características de altura, diámetro, tamaño y forma de la raíz; está relacionada con su potencial de crecimiento después del trasplante, en otras palabras, es la capacidad fisiológica para adaptarse a un ambiente y crecer en su máximo potencial (Negreros-Castillo *et al.*, 2010). Por sí solas, ninguna de las características anteriores determina la calidad de las plántulas; por tanto, esa calidad es dependiente de lo siguiente: la planta debe ser sana, vigorosa, presentar un sistema radical bien desarrollado, hojas de buen color y tamaño, libre de plagas y enfermedades, que se adapte a cambios ambientales; que su tamaño y desarrollo sea homogéneo (Vavrina, 2002).

En el caso de nochebuena no se encontró información acerca de producción de plántulas, sólo se dispone de información de germinación: Hernández (2011) reportó que obtuvo 48 % de germinación en semillas no escarificadas y 73 % en las escarificadas, de igual modo indica que el tiempo requerido hasta apertura de cotiledones fueron 10 días en condiciones de laboratorio y en cajas Petri con papel filtro.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio experimental

La investigación se realizó durante los meses de junio a diciembre de 2019, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en Cuernavaca, Morelos, México, con ubicación geográfica de 18°58'54,71'' N y 99°13'59,14'' O, y 1876 msnm. El clima es semi-cálido semi-húmedo A (C) w2, presenta un régimen de lluvias de 1200 mm anuales en promedio y una temperatura media anual de 21.5 °C (García, 1981).

3.2. Material vegetal

Se utilizaron semillas de nochebuena cosechadas en 2018 a partir de varios cruzamientos de nochebuena de sol variedad 'Amanecer navideño' con cuatro variedades de sombra y su autofecundación (Cuadro 1). Las semillas de cada cruzamiento fueron clasificadas en seis clases en función del peso (mg): 1 (<80), 2 (80 a 90), 3 (91 a 100), 4 (101 a 110), 5 (111 a 120) y 6 (>120).

Cuadro 1. Progenitores y cruzamientos en nochebuena entre 'Amanecer navideño' con cuatro variedades de sombra y su autofecundación.

Progenitor femenino		Progenitor masculino	Cruzamiento	Semillas
'Amanecer navideño'	X	'Festival red'	1	96
'Amanecer navideño'	X	'Premium marble'	2	111
'Amanecer navideño'	X	'Prestige red'	3	53
'Amanecer navideño'	X	'Mars pink'	4	281
'Amanecer navideño'	X	'Amanecer navideño'	5	26
Total de semillas estudiadas				567

3.3. Siembra

Se usaron macetas de 4" y una mezcla de sustrato preparada con 80 % de composta y 20 % de tezontle rojo. El sustrato se mojó y posteriormente se efectuó la siembra colocando las semillas a una profundidad de 1 cm. Al finalizar la siembra se aplicó Captan® (2 mg·L⁻¹, i.a. N-triclorometildicarboximida) para prevenir ataque de hongos durante la germinación de las semillas. Cada semilla fue etiquetada, conforme fue sembrada, con los datos de sus progenitores y un número consecutivo que permitió conocer su origen, peso, longitud y diámetro.

3.4. Diseño experimental

Se evaluaron semillas de cinco cruzamientos (factor A), seis clases por biomasa (mg) de semillas (factor B): clase 1 < 80, clase 2: 80 a 90, clase 3: 91 a 100, clase 4: 101 a 110, clase 5: 111 a 120 y clase 6: >120 mg (567 semillas en total). Se usó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento y número variable de semillas por repetición, en función del genotipo y clase de semilla por biomasa.

3.5. Manejo agronómico de las plantas del experimento

Durante la germinación, el sustrato estuvo húmedo para permitir que el proceso ocurriera sin interrupción. Después de la emergencia, las plántulas se regaron dos o tres veces por semana según las condiciones de humedad del sustrato, hasta finalizar el experimento. Para evitar pérdida de plántulas por incidencia de damping off, se aplicaron 1.5 mL L⁻¹ de Previcur-N (i.a. Propamocarb clorhidrato: Propil 3 (dimetilamino) propilcarbamato-hidrocloruro). No se aplicó nutrición para evaluar la capacidad de crecimiento generada por las reservas de cada semilla.

3.6. Características de las semillas

En las semillas se evaluó el largo y diámetro con un vernier digital Truper®, así como la biomasa por semilla en una balanza analítica Ohaus®.

3.7. Variables de germinación y crecimiento de plántulas

Se utilizó la emergencia como indicador de la capacidad de las semillas para germinar y generar una plántula, con base en la fecha de siembra se contaron los días requeridos para la emergencia de cada una de las plántulas; dos meses después de la siembra, se midieron las variables de crecimiento de las plántulas, mismas que se describen a continuación:

Altura de plántula: se midió en cm desde la base del tallo hasta el ápice de la plántula, se usó una regla de 30 cm.

Diámetro de tallo: se midió en mm en la parte basal del hipocótilo de la plántula, se utilizó un vernier digital.

Longitud y ancho de la hoja cotiledonar: se midió en cm el largo y ancho de las hojas cotiledonares, se usó un vernier digital.

Número de hojas nomófilas: en cada plántula se contaron las hojas nomófilas mayores a 1 cm de largo.

Longitud y ancho de hojas nomófilas: se midió el largo y ancho de las hojas verdaderas o nomófilas mayores a 1 cm, se utilizó un vernier digital.

3.8. Análisis de datos

Los datos obtenidos en las variables se estudiaron mediante análisis de varianza (PROC ANOVA, $P \leq 0.05$), prueba de comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) y correlación de variables mediante PROC CORR, con el paquete estadístico SAS 9.0 (S.A.S, 2002).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características de semillas de nochebuena

El análisis de varianza indicó que hubo efecto altamente significativo ($P \leq 0.01$) de los progenitores en las características de biomasa y diámetro de las semillas de nochebuena estudiadas. De igual modo, estas características y la longitud fueron estadísticamente diferentes entre las seis clases por biomasa de estas estructuras de propagación; de igual modo, se puede observar que la interacción fue altamente significativa entre los dos factores estudiados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza de características de semillas de nochebuena.

Fuente de variación	G.L.	Características de las semillas		
		Biomasa (mg)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
Tratamientos	26	0.0021988 **	0.2407267 **	0.6725648 **
Progenitores (P)	4	0.0012466 **	0.1173139 ns	1.0222650 **
Clase por Biomasa de las semillas (BS)	5	0.0103476 **	0.5514306 **	1.9790058 **
P *BS	17	0.0000262 **	0.1783815 ns	0.2060351 *
Error	126	0.0000063	0.1158168	0.0880780

G.L.: Grados de libertad, P: Progenitores, BS: Biomasa de la semilla.

4.1.1. Efecto del genotipo de los progenitores en las características de semillas

Las semillas obtenidas de los progenitores 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' fueron las que tuvieron mayor peso, por el contrario, las de menor biomasa se obtuvieron de los cruzamientos de 'Amanecer navideño' x 'Mash pink' (Cuadro 3). La variabilidad en la masa de las semillas está relacionada de manera importante con la dispersión, viabilidad, germinación, emergencia, supervivencia y habilidad competitiva de las plántulas (Harper *et al.*, 1970). La amplia variación que se presentó en el tamaño de las semillas de *E. pulcherrima* permitió formar seis clases, semillas mayores de 120 mg a semillas pequeñas, menores de 80 mg. Esta característica tiene efecto significativo en el crecimiento inicial y por tanto en las características de las plántulas.

Cuadro 3. Comparación de medias de las características de semillas de nochebuena por efecto de los progenitores del cruzamiento.

Progenitores del cruzamiento	Características de las semillas		
	Biomasa (mg)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
Amanecer navideño x Festival red	98.1 cd	6.4	5.1 b
Amanecer navideño x Premium marble	100.1 c	6.5	5.2 b
Amanecer navideño x Prestige red	114.9 a	6.5	5.5 a
Amanecer navideño x Mash Pink	97.9 d	6.5	5.2 b
Amanecer navideño x Amanecer navideño	104.6 b	6.6	5.5 a
DMSH ($P \leq 0.05$)	1.8	0.245	0.216

Medias con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

La mayoría de los cruzamientos generaron semillas que variaron en promedios de 6.4 a 6.6 mm de longitud, no hubo un efecto significativo de los progenitores ya que todas tuvieron un crecimiento longitudinal estadísticamente igual (Cuadro 3).

El diámetro varió de 5.1 a 5.5 mm, las semillas que presentaron mayor tamaño fueron las del cruzamiento de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' y 'Amanecer navideño' x 'Amanecer navideño' con diámetros de 5.5 mm; en contraste, las semillas de menor diámetro correspondieron al cruzamiento de 'Amanecer navideño' x 'Festival red', la mayoría de los cruzamientos generaron semillas con 5.2 y 5.5 mm (Cuadro 3). Este valor fue menor a los 6.3 mm reportado por Canul *et al.* (2012b) y Rodríguez *et al.* (2016). La calidad fisiológica implica la integridad de las estructuras de las semillas y procesos fisiológicos, como la viabilidad, germinación y vigor, que dependen del genotipo (Moreno *et al.*, 1988), como se observó en esta investigación.

4.1.2. Características de las semillas en función de la biomasa

Las seis clases en que fueron clasificadas las semillas presentaron diferencias estadísticas significativas entre clase, la clase 6, de semillas con masa mayor a 120 mg tuvieron un peso promedio de 131.2 mg, en tanto que las semillas más pequeñas, de la clase 1, tuvieron un peso promedio de 67.1 mg (Cuadro 4). Como se observa más adelante, esta característica tiene efecto considerable en el crecimiento de las plántulas, pues las semillas con más biomasa tienen mayor cantidad de endospermo que será utilizado para el crecimiento, al respecto Ayala-Cordero *et al.* (2004) indican que el vigor de la nueva planta depende del tipo y cantidad de sustancias de reserva contenidas en la semilla.

Con relación a la longitud, las semillas de mayor tamaño fueron las de la clase 6 (>120 mg), seguidas por las de las clases 5 (111 a 120 mg), 4 (101 a 110 mg) y 2 (80 a 90 mg), que tuvieron longitud similar entre ellas, las de menor longitud fueron las de las clases 3 (91 a 100 mg) y 1 (< 80 mg) (Cuadro 4). Lo anterior indica que no hubo correspondencia total entre la biomasa y la longitud de las semillas, es decir, las semillas de longitud media no fueron las de biomasa media.

Cuadro 4. Comparación de medias de las características de semillas de nochebuena por efecto de la biomasa de las semillas.

Clase de Biomasa	Biomasa de semillas por clase (mg)	Características de las semillas		
		Biomasa (mg)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
1	< 80	67.1 f	6.40 b	4.62 d
2	80 a 90	84.9 e	6.48 ab	5.05 c
3	91 a 100	95.8 d	6.40 b	5.34 b
4	101 a 110	105.2 c	6.58 ab	5.34 b
5	111 a 120	114.4 b	6.67 ab	5.41 ab
6	> 120	131.2 a	6.74 a	5.61 a
DMS P ≤ 0.05)		2.1	0.280	0.244

Medias con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

El diámetro de las semillas tuvo una relación con la biomasa ya que en la clase 6 (>120 mg) y clase 5 (111 a 120 mg) obtuvieron un mayor diámetro; así, el menor diámetro correspondió a las semillas de la clase 1 (< 80 mg). Se observó que las semillas de la clase 6 (>120 mg) tuvieron correspondencia de mayor peso, diámetro y longitud (Cuadro 4). Al igual que en biomasa, el diámetro de las semillas fue mayor conforme la clase fue mayor.

4.2. Características de plántulas de nochebuena

El análisis de varianza de las características de las plántulas indicó efecto significativo ($P \leq 0.05$) de los progenitores de las semillas para longitud y ancho de las hojas cotiledonares, longitud y ancho de las hojas nomófilas; el efecto fue altamente significativo ($P \leq 0.01$) para altura y diámetro de tallo, sin embargo, los progenitores no afectaron el número de hojas producidas en las plántulas (Cuadro 5), lo anterior indica que el vigor de la planta nueva dependerá del tipo y cantidad de sustancias contenidas como reserva de la semilla (Ayala-Cordero *et al.*, 2004). La biomasa de las semillas según los datos del Cuadro 5, todas las variables de respuesta fueron afectadas de una manera altamente significativa, con excepción de la emergencia.

Cuadro 5. Análisis de varianza de características de plántulas de nochebuena.

F.V.	G.L.	Emergencia (Días)	Altura (cm)	Hojas cotiledonares		Hojas nomófilas			Diámetro de tallo (mm)
				Long. (cm)	Ancho (cm)	Número	Long. (cm)	Ancho (cm)	
Tratamientos	26	21.501 ns	0.67 **	1.287**	0.635 **	3.512 *	7.332 **	1.962 *	0.729**
Progenitores (P)	4	23.436 ns	13.19 **	1.393 *	0.875 *	2.307 ns	11.760 *	3.394 *	1.610 **
Clases por Biomasa de las semillas (BS)	5	27.767 ns	18.85**	3.475 **	1.664 **	8.755 **	13.593 **	4.192 **	1.940 **
P * BS	17	19.202 ns	1.55 ns	0.619 ns	0.276 ns	2.253 ns	4.449 ns	0.969 ns	0.166 ns
Error	126	22.015	2.086	0.458	0.255	2.140	3.835	1.098	0.244

F.V.: Fuente de variación, G.L.: Grados de libertad, P: Progenitores, BS: Biomasa de semilla, Long.: Longitud.

Ninguno de los dos factores tuvo efecto significativo en los días a emergencia (Cuadro 5). La interacción entre los dos factores antes descritos no fue significativa para ninguna de las variables estudiadas, por lo cual los resultados pueden presentarse para cada uno de los dos factores (Cuadro 5).

4.2.1. Efecto del genotipo de los progenitores en el crecimiento de las plántulas

La emergencia de las plántulas inició a los 11 días y continuó durante 12 días posteriores, por lo que concluyó a los 33 días después de la siembra (Figura 1). Los promedios variaron de 19.6 a 21.9 días, sin diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro 6).



Figura 1. Emergencia de plántulas de nochebuena.

Cuadro 6. Comparación de medias de variables de crecimiento de plántulas de nochebuena por efecto de los progenitores de los cruzamientos.

Progenitores	Emer. (Días)	Hojas cotiledonares		Hojas (Núm.)	Hojas nomófilas	
		Long. (cm)	Ancho (cm)		Long. (cm)	Ancho (cm)
An x Fr	19.677	3.248 ab	2.620 ab	2.809	3.377 b	1.800
An x Pm	21.909	3.112 ab	2.464 b	3.236	3.603 ab	1.903
An x Pr	20.636	3.527 a	2.931 a	3.272	4.554 ab	2.436
An x Mp	21.023	3.000 b	2.495 b	3.232	4.265 ab	2.381
An x An	21.625	3.425 ab	2.600 ab	3.625	4.941 a	2.558
DMS ($P \leq 0.05$)	3.41	0.492	0.368	1.064	1.425	0.763

An: Amanecer navideño, Fr: Festival red, Pm: Premium marble, Pr: Prestige red, Mp: Mars pink, Emer.: Emergencia, Long.: Longitud. Medias con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Con relación a la altura de las plántulas, las semillas de Amanecer navideño x Prestige red originaron mayor crecimiento, también las de la autofecundación tuvieron buena altura; en contraste, las semillas de 'Amanecer navideño' x 'Premium marble', y 'Amanecer navideño' x 'Mars pink' produjeron las plántulas de menor tamaño (Figura 2).

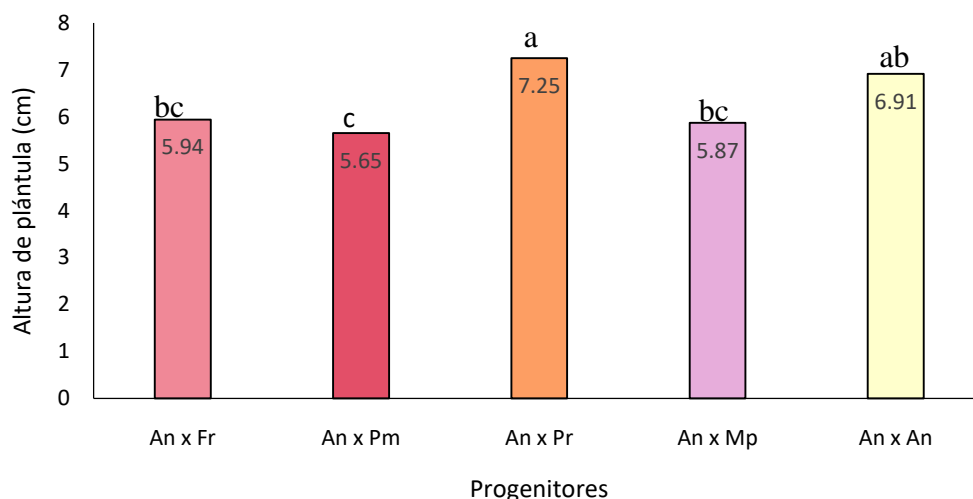


Figura 2. Altura de plántulas de nochebuena en función del genotipo de los progenitores de las semillas. An: Amanecer navideño, Fr: Festival red, Pm: Premium marble, Pr: Prestige red, Mp: Mars pink. DMSH=1.05.

En cuanto al tamaño de las hojas cotiledonares, las más grandes fueron las de las plántulas de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' pues presentaron mayores dimensiones, les siguieron las de 'Amanecer navideño' x 'Festival red' y 'Amanecer navideño' x 'Amanecer navideño'; las hojas cotiledonares más pequeñas fueron las de 'Amanecer navideño' x 'Mars pink' (Cuadro 6).

El número de hojas nomófilas producidas por las plántulas varió de 0 a 8, tal variación ocasionó que no se encontrara efecto del genotipo, los promedios variaron de 2.8 a 3.6 hojas por plántula (Cuadro 6).

Las semillas de 'Amanecer navideño' x 'Amanecer navideño' generaron individuos con mayor longitud en las hojas nomófilas, le siguieron las hojas de las plántulas de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red', 'Amanecer navideño' x 'Mars pink' y 'Amanecer navideño' x 'Premium marble', en tanto que las plántulas con las hojas más pequeñas fueron las de 'Amanecer navideño' x 'Festival red'. El ancho de las hojas cotiledonares fue similar desde un punto de vista estadístico en todas las plántulas, independientemente del genotipo de los progenitores (Cuadro 6).

El diámetro de tallo de las plántulas varió de 3.1 a 3.7 mm. Los tallos más vigorosos fueron los de las plántulas de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' con 3.79 mm, seguidas por las de 'Amanecer navideño' x 'Festival red' con 3.44 mm. Los tallos de las otras plántulas fueron más delgados (Figura 3).

El genotipo de los progenitores que dieron origen a plántulas con características morfológicas más favorables fueron 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' y 'Amanecer navideño' x 'Amanecer navideño' ya que los individuos generados por las semillas de estos cruzamientos tuvieron un mayor altura, longitud y ancho de hojas cotiledonares y hojas nomófilas; en el diámetro de tallo la cruce que tuvo mayor promedio (3.79 mm) fue 'Amanecer navideño' x 'Prestige red'. Se espera que plántulas vigorosas

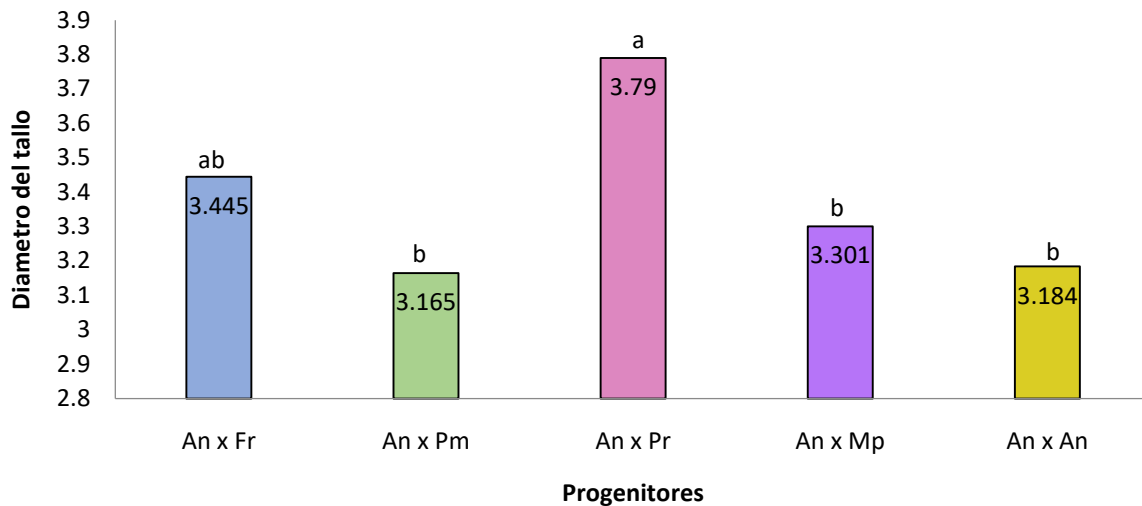


Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de nochebuena en función del genotipo de los progenitores de las semillas. An: Amanecer navideño, Fr: Festival red, Pm: Premium marble, Pr: Prestige red, Mp: Mars pink. DMSH=0.359

tengan buen crecimiento hasta planta adulta ya que Negreros-Castillo *et al.* (2010) indicaron correlación positiva entre la calidad de las plántulas con su potencial de crecimiento después del trasplante.

4.2.2. Efecto de la biomasa de las semillas en las características de las plántulas

La emergencia de plántulas inició a los 11 días después de la siembra y finalizó a los 33 días; los días a emergencia variaron de 19 a 22.8 días, aunque el análisis de varianza ($P \leq 0.05$) indicó que no hubo diferencias en los días a emergencia por efecto de la biomasa de la clase de las semillas. Estos resultados difieren de lo obtenido por Canul *et al.* (2012) en su experimento, ya que reportan que la emergencia comienza a partir del día cuatro y termina al noveno día (aunque no indican las condiciones en que germinaron las semillas), cabe señalar que el lugar donde efectuaron la investigación es más cálido que en Cuernavaca y la diferencia

en los días a emergencia puede ser atribuida a la temperatura ambiental que influye en la germinación de una semilla y la velocidad de crecimiento, ya que el efecto de la temperatura sobre la germinación está vinculado con las enzimas que regulan las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de su rehidratación (Rajjou *et al.*, 2012). La emergencia de las plántulas depende de sus características fisiológicas y bioquímicas en las semillas, de su reacción a las condiciones externas a ella, y de la eficiencia al usar sus reservas en la etapa de la germinación (Peña-Valdivia *et al.*, 2013). A medida que desciende la temperatura el desarrollo se hace más lento por lo contrario al aumentar la temperatura, el desarrollo se acelera más que el crecimiento (FAO, 2001).

Con relación al tamaño de las semillas, Sánchez *et al.* (2006) mostraron que las semillas pequeñas germinaron en mayor cantidad y más rápido que las grandes, esto se debió probablemente a que las semillas pequeñas tienen la capacidad de absorber agua de forma más rápida; se ha reportado que 1 mg de diferencia entre tamaños de semillas puede implicar diferencias en la capacidad de germinación; Hernández-Verdugo *et al.* (2010) mencionan que existe variabilidad en la germinación y emergencia en las diferentes especies, esto puede atribuirse a varios factores, pero principalmente a los de tipo genético y ambiental. Otro aspecto a considerar es la composición estructural de la semilla; si presenta testa dura es factible que presente dormancia, ya que dificulta la emergencia; aunque, la presencia de testa dura protege al embrión y permite que perdure por un periodo de tiempo más largo (Canul *et al.*, 2012).

Una plántula proveniente de una semilla de mayor tamaño tiene más probabilidad de sobrevivir que una semilla pequeña porque contienen mayor cantidad de reservas para el embrión en crecimiento (Aguilar *et al.*, 2014), lo que coincide con lo señalado por Ayala-Cordero *et al.* (2004).

La biomasa de las semillas tuvo efecto en el crecimiento de las hojas cotiledonares. Las semillas de la clase 6 (> 120 mg) originaron plántulas con hojas más anchas y

con mayor longitud; en cambio el tamaño de las hojas cotiledonares producidas por las semillas de la clase 1 (<80 mg) fueron las que produjeron individuos con hojas más pequeñas (Cuadro 7). Se observó que el tamaño de estas primeras hojas aumento conforme las semillas tuvieron mayor biomasa. Lo anterior puede significar una ventaja en el crecimiento inicial de las plántulas por el aporte de sustancias orgánicas provenientes de la fotosíntesis.

En cuanto al número de hojas nomófilas, las semillas de las categorías 3 (91 a 100 mg), 4 (101 a 110 mg), 5 (111 a 120 mg) y 6 (> 120), con biomasa que varió de 91 a más de 120 mg, generaron mayor número de hojas (3 a 4); caso contrario ocurrió en las semillas de las clases 1 (<80 mg) y 2 (80 a 90 mg) con biomasa igual o menor a 90 mg que generaron menos de tres hojas (cuadro 7).

Las verdaderas tuvieron crecimiento en longitud y ancho similar al número de hojas, es decir, las hojas fueron más grandes en las plántulas de las semillas de mayor biomasa (clases 4, 5 y 6). En contraste, las plántulas producidas por las semillas con biomasa menor a 80 mg fueron las que tuvieron hojas más pequeñas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias de variables de crecimiento de plántulas de nochebuena por efecto de la biomasa de las semillas.

Biomasa de la semilla (mg)	Emer (Días)	Hojas cotiledonares		Hojas nomófilas		
		Long (cm)	Ancho (cm)	Núm	Long (cm)	Ancho (cm)
1 <80	19.0	2.38 c	2.10 d	1.88 b	1.69 b	1.27 b
2 80 a 90	20.7	2.88 bc	2.38 cd	2.96 ab	3.60 ab	2.02 ab
3 91 a 100	20.7	3.27 ab	2.48 bcd	3.19 a	3.72 ab	2.13 a
4 101 a 110	20.7	3.40 ab	2.70 abc	3.38 a	4.38 a	2.22 a
5 111 a 120	21.3	3.49 a	2.80 ab	3.50 a	4.51 a	2.51 a
6 > 120	22.8	3.55 a	2.93 a	3.88 a	5.10 a	2.68 a
DMS (P ≤ 0.05)	3.8	0.55	0.416	1.20	1.61	0.86

Emer: Emergencia, Long.: Longitud, Num: Número de hojas nomófilas. Medias con la misma letra dentro de columna son estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de Tukey (P ≤ 0.05).



Figura 4. Longitud y ancho de hoja en plántulas de nochebuena.

La altura de las plántulas después de 60 días de la siembra varió de 4.4 a 7.3 cm y fue mayor conforme aumentó la biomasa de las semillas, por lo que las plántulas más grandes correspondieron a las que se originaron de semillas con mayor biomasa (Figura 5).

El diámetro de tallo tuvo una respuesta similar a la altura de plántulas éste varió de 2.8 a 3.6 cm (Figura 6) y el crecimiento en grosor fue acorde con la biomasa de las semillas, en consecuencia, las plántulas provenientes de semillas de las clases 5 (111-120 mg) y 6 (>120 mg) presentaron tallos más gruesos (Figura 7).

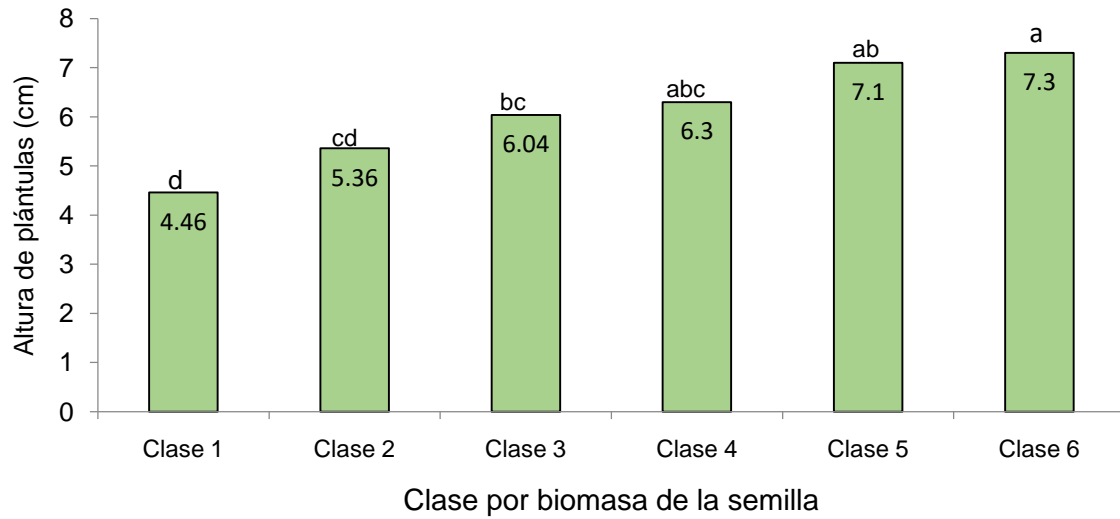


Figura 5. Altura de plántulas de nochebuena por efecto de la biomasa (mg) de las semillas. Clase 1: < 80, Clase 2: 80-90, Clase 3: 91-100, Clase 4: 101-110, Clase 5: 111-120, Clase 6: >120. DMSH = 1.19.



Figura 6. Diámetro de tallo de plántulas de nochebuena.

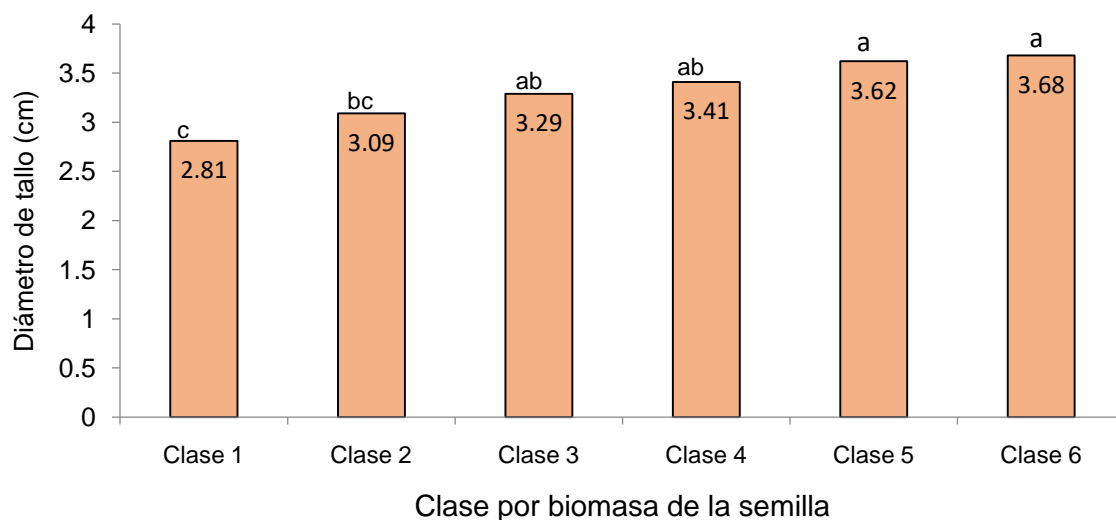


Figura 7. Diámetro de tallo de plántulas de nochebuena por efecto de la biomasa (mg) de las semillas. Clase 1: < 80, Clase 2: 80-90, Clase 3: 91-100, Clase 4: 101-110, Clase 5: 111-120, Clase 6: >120. DMSH = 0.40.

Es importante indicar que la biomasa de semillas más frecuente fue la de la clase 4 (101 a 110 mg) (Figura 8), esto ocurrió en cuatro de las cinco cruzas, ya que en el cruce de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' la biomasa de semillas más frecuente fue la de la clase 6 (semillas > a 120 mg), esto pudo deberse a que en este último cruzamiento se produjo menor número de semillas por fruto, lo que permite que estas sean más grandes (Montes-Maya, 2019).

4.3. Correlación de variables

La biomasa de las semillas tuvo una relación positiva con el diámetro de las mismas y con las características de crecimiento de las plántulas, este efecto fue más notorio para el diámetro de tallo. La relación fue negativa con la emergencia de las plántulas. De igual modo, la longitud de las semillas tuvo efecto positivo en el diámetro de las plántulas.

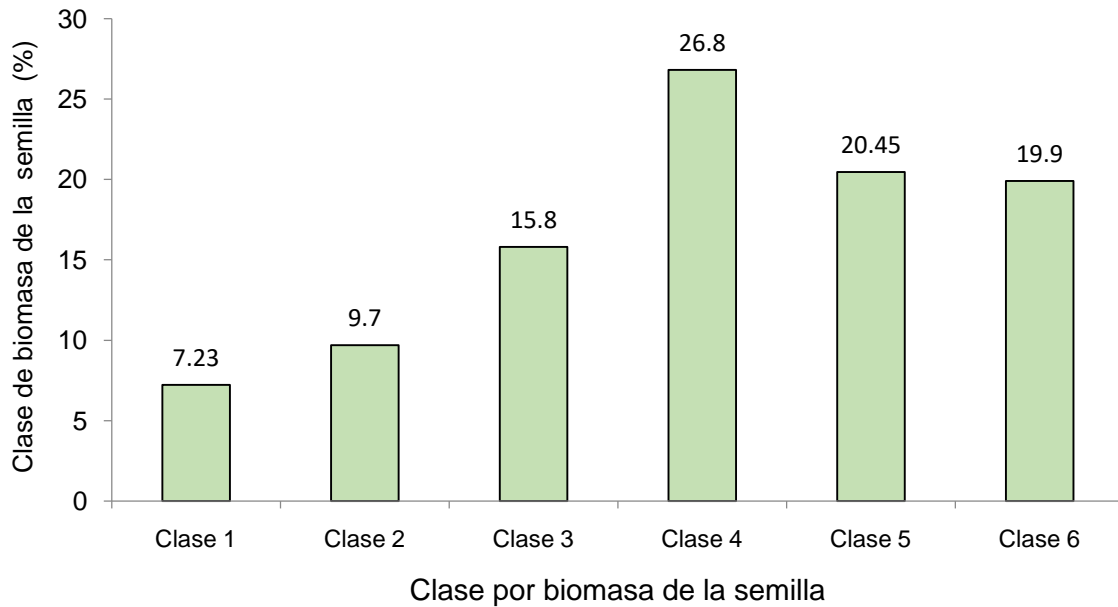


Figura 8. Distribución porcentual de semillas en cada una de las clases de biomasa (mg). Clase 1: < 80, Clase 2: 80-90, Clase 3: 91-100, Clase 4: 101-110, Clase 5: 111-120, Clase 6: >120.

Evidentemente, el diámetro de las semillas fue la característica que tuvo mayor relación con las características de las plántulas a que dan origen, esta relación positiva fue notoria en la altura, ancho y longitud de las hojas cotiledonares, número de hojas nomófilas y su longitud.

El tiempo de emergencia tuvo relación negativa con las variables de crecimiento de las plantas, sobre todo con la longitud de las hojas cotiledonares. Caso contrario se observó en la relación de la altura de las plántulas, misma que tuvo correlación positiva alta con las seis variables de crecimiento de las plántulas, sobre todo con la longitud y ancho de las hojas cotiledonares y hojas nomófilas.

Cuadro 8. Correlación de características de semillas y características de plántulas de nochebuena.

	Longitud de semilla	Diámetro de semilla	Emergencia de plántulas	Altura de plántulas	Diámetro de tallo	Número de hojas nomófilas	Longitud de hojas cotiledonares	Ancho de hojas cotiledonares	Longitud de hojas nomófilas	Ancho de hojas nomófilas
Biomasa de semilla	0.086	0.349	-0.109	0.394	0.446	0.345	0.357	0.260	0.247	0.294
Longitud de semilla	1.000	0.138	-0.333	0.309	0.411	0.347	0.363	0.196	0.228	0.321
Diámetro de semilla		1.000	0.189	0.667	0.145	0.472	0.592	0.680	0.494	0.399
Emergencia de Plántulas			1.000	-0.291	-0.377	-0.098	-0.463	-0.029	-0.203	-0.305
Altura de plántula				1.000	0.436	0.651	0.735	0.741	0.709	0.702
Diámetro de tallo					1.000	0.365	0.453	0.416	0.332	0.389
Número de hojas nomófilas						1.000	0.450	0.464	0.616	0.568
Longitud de hojas cotiledonares							1.000	0.640	0.505	0.519
Ancho de hojas cotiledonares								1.000	0.545	0.503
Longitud de hojas nomófilas									1.000	0.912

5. CONCLUSIONES

Con base en las condiciones en que se desarrolló la investigación y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Las semillas del cruzamiento de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red', tuvieron mayor biomasa y diámetro, lo cual estuvo relacionado con la calidad de las plántulas, pues en estas semillas, las hojas cotiledonares fueron largas y anchas, con tallos de mayor diámetro (más vigorosos) y mayor altura.

Las plántulas provenientes de las semillas de mayor biomasa tardaron más tiempo para emerger, pero fueron las que generaron plantas más vigorosas, con mejores características y por tanto de mejor calidad.

En relación a la calidad física de las semillas de nochebuena, esta fue variable en función de los progenitores de la cruce; sin embargo, las mejores fueron las de 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' las cuales presentaron mayor biomasa.

Los progenitores no tuvieron diferencia estadística en la emergencia pero si hubo un efecto en el desarrollo de las plántulas ya que las cruces 'Amanecer navideño' x 'Prestige red' y 'Amanecer navideño' x 'Amanecer navideño' generaron plántulas con mayor altura, longitud y ancho de hojas cotiledonares y hojas nomófilas,

Las semillas de *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch presentaron una amplia variación con respecto a biomasa y tamaño, por otra parte, se destaca que las semillas con mayor biomasa tuvieron correspondencia con mayor diámetro y longitud.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar, L.J.; Domínguez, F.; Barrios, J.; Enríquez, F. 2014. Germinación de semilla y efecto de poda en el establecimiento postrasplante de palma kerpis [*veitchiamerrillii* (becc.), H. E. Moore, arecaceae]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas 35: 75-84.
- Ayala-Cordero, G.; Terrazas, T.; López, L.; Trejo, C. 2004. Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*. Interciencia 29: 692-697.
- Barclay, A.S.; Earle, F.R. 1974. Chemical analyses of seeds III. Oil and protein content of 1253 species. Economic Botany 28: 178-236.
- Bernuetz, A. 2001. Studies on breeding dwarf poinsettias (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) and the influence of infective agents. Ph D. Thesis. Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture, University of Sydney. Australia: 318 p.
- Cabrera, R. J.; Morán, M. F.; Torres, Q. R.; Pellón, B. A.; Granada C. L. 2006. Producción de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. en Morelos INIFAP. Campo Experimental Zacatepec. Folleto técnico 23. 28 p.
- Canul, K.J.; García, P.F.; Osuna, C.F.J.; Ramírez, R.S. 2010. Estrategias para el mejoramiento genético de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Investigación Agropecuaria 7: 44-54.
- Canul, K. J.; García, F.; Osuna, C.; Barrios, E.; Ramírez, S.; Campos, B. E. 2012. Variación en la germinación de nochebuena silvestre (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Investigación Agropecuaria 9: 95-102.
- Canul, K.J.; P.F. García; C.F. Osuna; R.S. Ramírez. 2012 (b). Metodologías de mejoramiento genético aplicables en nochebuena INIFAP, Folleto Técnico 64. Zacatepec, Morelos, México. 39 p.
- Canul-Ku, J.; F. García-Pérez; F.J. Osuna-Canizalez; S. Ramírez-Rojas; I. Alia-Tejacal; J.M.P. Vázquez-Alvarado; E. Campos-Bravo; B. Portas-Fernández. 2013. Genotipos de nochebuena obtenidos por hibridación. 1ª Edición INIFAP-SAGARPA. Zacatepec, Morelos, México. 53 p.

- Colinas, L.M.T. 2009. La Nochebuena: Ayer, Hoy y Mañana. In: Séptimo Simposium Internacional de Viverismo. Osuna, C.F. de J.; García, P. F.; S. Ramírez, R.L.; Granada, C. D.V. y Galindo G. (Comp.): 118-123.
- Colinas, M.T.; Espinosa, A.; Mejía, A.J.; Rodríguez, M.A.; Pérez, M.L.; Alia-Tejacal, I. 2015. Cultivars of *Euphorbia pulcherrima* from México. Acta Horticulturae 1104: 487-490. [DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1104.70](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1104.70)
- Cruces, C.R. 1987. Lo que México aportó al mundo. Editorial Panorama. México. 155 p.
- FAO, 2001. Trigo regado. Manejo del cultivo. Organización de las naciones unidas y la alimentación. Departamento de agricultura. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/x8234e/x8234e00.HTM> (consultado mayo 15 de 2020).
- Galindo G.; I. Alia T; M. Andrade R.; M. T. Colinas L.; M.J. Sainz A. 2012. Producción de nochebuena de sol en Morelos, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3: 751-763.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México, D.F. 246 p.
- García-Pérez, F.; Canul-Ku J.; Ramírez-Rojas S.; Osuna-Canizalez F.C., F. Portas-Fernández. 2013. Propagación asexual de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) INIFAP. 6 (3).
- González F., P. H. 2007. Germinación y desarrollo fenológico de nochebuena silvestre (*Euphorbia pulcherrima* Will. ex. Klotzsch). Tesis ingeniero agrónomo especialista en Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México: 43 p.
- Harper, J.L.; Lovell P.H.; Moore K.G. 1970. The shapes and sizes of seeds. Annual Review of Ecology and Systematics 1: 327-356.
- Henríquez, A. C. 2004. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas en *Lapageria rosea*. Revista Chilena de Historia Natural 77: 177-184.
- Hernández, P. R. O. 2011. Determinación del tipo de semilla y pruebas de germinación de *Euphorbia pulcherrima* Will. Ex Klotzsch, *E. heterophylla* y *E. cyathophora* Murray, colectadas en México. Tesis ingeniero agrónomo

- especialista en Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México. México: 56 p.
- Hernández-Verdugo, S.; López-España, R.; Porras, F.; Parra-Terraza, S.; Villarreal Romero, M.; T Osuna-Enciso. 2010. Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de chile silvestre. *Agrociencia* 44: 667-677.
- Huang, C. and Y. Chu. 2008. Methods to improve the fertility of poinsettia. *Scientia Horticulturae* 117: 271-274.
- Mayfield M., H. 1997. A systematic treatment of euphorbia subgenus poinsettia (*Euphorbiaceae*) UMI Dissertation Services: 230 p.
- McGinty, B. 1980. The poinsettia. *Early American Life*, 11 (38-39): 72-74.
- Montes-Maya, F.; Andrade-Rodríguez M.; Ayala-Hernández J.J.; Villegas-Torres O.G.; Sotelo-Nava H. 2019. Production of fruits and seeds in crosses of varieties of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex Klotzsch). *Revista Bio Ciencias* 6, e601. Doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e601>.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tercera Ed. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México: 393 p.
- Moreno, M. E.; Vázquez, E. M.; Rivera, A.; Navarrete, R.; Esquivel, S. 1988. Effects of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. *Seed Science and Technology* 26: 439-448.
- Negreros-Castillo, P.; Apodaca-Martínez, M.; M., Carl W. 2010. Efecto de sustrato y densidad en la calidad de cedro, caoba y roble madera y bosques. *Instituto de Ecología* 16:7-18.
- Pascual, M. J.; Correal, E. 1992. La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnoquímica. *Revista Grasas y aceites* 43: 39-44.
- Peña-Valdivia, C.B.; C. Trejo; R. Celis-Velázquez; A. López O. 2013. Reacción del frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris* L.) a la profundidad de siembra. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4: 89-102.
- Rajjou, L.; M. Duval; K. Gallardo; J. Catusse; J. Bally; C, Job; D. Job. 2012. Seed germination and vigour. *Annual Review of Plant Biology* 63:507-33.

- Rangel-Estrada, S.E.; J. Canul-Ku; F.C. Osuna-Canizalez; F. García-Pérez; P. Rosario-Montes; Á.S.B. Vences H.; E. Hernández-Meneses. 2015. Regeneración *in vitro* de híbridos de nochebuena vía organogénesis. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 1571-1585.
- Regeneración. 2019. Más de 19 millones de flor de Nochebuena es la producción 2019, Recuperado de <https://regeneracion.mx/mas-de-19-millones-de-flor-de-nochebuena-es-la-produccion-2019/>
- Rizk, A.F.M. 1987. The chemical constituents and economic plants of the Euphorbiaceae In: *The Euphorbiales* (Jury, S.L.; Reynolds, T.; Cutler, D.F.; Evans F.J. eds.) published for the Linnean Society by Academic Press, London, G.B. 293-326.
- Rodríguez, R. T. J.; Andrade, R. M.; Villegas, T. O.G.; Alía, T. I.; Colinas, L. M.T.; Canul, K. J. 2016. Producción de frutos y calidad de semilla en cruces de variedades de *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 33: 418-442.
- Royal Botanic Gardens Kew. 2008. Seed Information Data base (SID). Versión 7.1. Available from: <http://data.kew.org/sid/> (Mayo, 2008). Fecha de consulta 28 abril de 2019. 16 horas.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2014. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo (consulta, febrero 2020).
- Sánchez S., J.; Flores, J.; E. Martínez G. 2006. Efecto del tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma* Lemaire (Cactaceae), especie amenazada de extinción. *Interciencia* 31: 371-375.
- SAS Institute, Inc. (2002). *SAS user's guide: Statistics. Version 9.00*. SAS Inst., Inc., Cary, N.C. 4424 p.
- Steinmann, V. W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botánica Mexicana* 61: 61-93.

- Taylor, J.M.; R.G. López; C.J. Currey; J. Janick. 2011. The poinsettia: history and transformation. *Chronica Horticulturae* 51:23-28.
- Torres A.; R. López. 2012. Propagación de Poinsettia (Flor de Pascua). Consultado el 5 de marzo de 2020. Disponible en:
<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-235-SW.pdf>
- Trejo, L.; Feria-Arroyo, T. P.; Olsen, K.; Eguiarte, L. E.; Arroyo, B.; Gruhn, J. A. 2012. Poinsettia's wild ancestor in the Mexican dry tropics: Historical, genetic, and environmental evidence. *American Journal of Botany* 99: 1146-1157.
- Vargas, A.J. 2012. Morfología y fenología floral de nueve variedades de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzch). Tesis de Maestría en Ciencias. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 79 p.
- Vavrina, Ch. S. 2002. An introduction to the production of containerized vegetable transplants. Fact Sheet HS849 Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural 38 Sciences, University of Florida: 17.
- Webster, G.L. 1987. The saga of the spurges: a review of classification and relationships in the Euphorbiales. *Botanical Journal of the Linnean Society* 94: 3-46.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de IH



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 28 de mayo del 2020

MTRA. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE DE INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 13 de mayo del 2020, donde se me nombró miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominado: **"EFECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)"**.

Que presenta la **C. MARISOL MUÑOZ AVILA** y la **C. MARÍA LUISA VEGA GARCÍA**, pasantes de la carrera de Ingeniero Hortícola, bajo la dirección de la **DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ.**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ
PITC de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Se anexa firma electrónica

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / 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

MARIA ANDRADE RODRIGUEZ | Fecha:2020-08-14 20:53:16 | Firmante

c/2lI8qg5cSB7xy800p0JaiakzOnS+DOgw6BmI1bKfaxgxf3FGCgG9ZXTEExNLpPbl8deci1MMhipj7RmdmyWG6CYUceQ3Qli1r2RisY9LoqVPgh99KTIY6fXMZtTTbi1z7RIDbSjz5Vpt9mKn9aoPWaHHkLoARQhG3lXrSkHiWnFMwRM0GQirAtxQPc/iNRpMpcXC1SMSY1HwEegHDyKdGLtAq73gl8IWD/kVOGY5IOAw2czmEGc8KISXgO7AL8scwzak2z7QN0GLsqYmvNeBo7rde9XWDLr8nmo3Z8ulq9GGtMLFUASVHKe2lo4H7Zu74PgZ5X4J+MjszKoNwdnA==

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



OCryo4

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/9wmlYiZycHTErkD5181kHFjJzVWH64H>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de IH



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 28 de mayo del 2020

MTRA. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE DE INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 13 de mayo del 2020, donde se me nombró miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominado: "**EFEECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)**".

Que presenta la **C. MARISOL MUÑOZ AVILA** y la **C. MARÍA LUISA VEGA GARCÍA**, pasantes de la carrera de Ingeniero Hortícola, bajo la dirección de la **DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ.**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. OSCAR GABRIEL VILLEGAS TORRES
PITC de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Se anexa firma electrónica



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

OSCAR GABRIEL VILLEGAS TORRES | Fecha:2020-08-14 16:27:51 | Firmante

aklWiHGO8HIVeDfqDo2/wrg6ubyCMUBQ+3ljcp2e3zioYTZQQtVs8V+/te4yJ7h2zGGoJk5Rqu7i8P1tLKURax7YCIDjmenPVoGdd46+gbYYHFkjkjDXPugC494NOHqHAhmQAG
TWeQVxyaAXNFbyFBfzJCMepn8DSfrGVortzBWkXMz0VzCS/ny+YS2tyRGx6MnMgcPPAJBSgy9mX5wrX9XiM7XJWzAPM1se1qqZeCYHyJ8PUoZRpeq2nOXlIn3tCwX6w0NsN
bzlc8FFZRc3ccXi/4re3/2U59qTtaLp66AwXrBYv9Tk2zvgMLh9OZIRwWTX7INUba2YhAMO++1g==

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



[NbVFct](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/eLFDL0YfyS5HTa3nN4O0qu0fXRIWC1CH>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de IH



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 28 de mayo del 2020

MTRA. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE DE INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 13 de mayo del 2020, donde se me nombró miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominado: **"EFECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)"**.

Que presenta la **C. MARISOL MUÑOZ AVILA** y la **C. MARÍA LUISA VEGA GARCÍA**, pasantes de la carrera de Ingeniero Hortícola, bajo la dirección de la **DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ.**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. TERESA DE JESÚS RODRÍGUEZ ROJAS
PTP de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Se anexa firma electrónica

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / 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

TERESA DE JESUS RODRIGUEZ ROJAS | Fecha:2020-08-07 14:19:46 | Firmante

ul3x7Tv7A8CiaT2U8LigYIzRjnXAx2UM5NSCc8Z72cB8hCHDN/OZP2kzHuS/5vAGsXFZ5djQX8t+HEzAEIyqYXvHToJRHOqZ3esHRUJipzPVy4xdJXnSztpYIb7gFpR3IPJIHvKh1R7PNDGaCNQBnET6vbmt3ApcMmae9DEvpspojtWXGhaT2vbpFN3eMMmaaJ0Bc5OosVws5pPacoLVQT5MVbGglmrU953wzEqkKtDgBOvLakH/oQYi3Tkk1mQ8EaB886Woc8fju2qRk6G7e6ECivMpnq9lZZTmZ0rZ7LUqps2NiwH33E6R7hOH+VkcD8G7GPdd3DE4x1VVC8qz4Q==

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



oC8Psb

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/QaWTLdQdbmlDhuwL45Na8fflq8t2gUn>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de IH



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 28 de mayo del 2020

MTRA. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE DE INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 13 de mayo del 2020, donde se me nombre miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominado: "**EFEECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)**".

Que presenta la **C. MARISOL MUÑOZ AVILA** y la **C. MARÍA LUISA VEGA GARCÍA**, pasantes de la carrera de Ingeniero Hortícola, bajo la dirección de la **DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ.**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. HÉCTOR SOTELO NAVA
PITC de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Se anexa firma electrónica

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / 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

HECTOR SOTELO NAVA | Fecha:2020-08-17 13:43:26 | Firmante

T/hXAEENjIqCmNOx1f+nhS9eHD4nQ7WZbKsvFs9PiXhf5LC4PkAkqOQHhML3P2X567j1o/rP/c8+saV90JpnhJ1YKWY0AQyuVER2teNTDK7TNa2zfCkNL30mK5iomXFrSsRVwbsZorTJ6clYlhnLuLmcaAcFD+Z72s9+elXMedQzXraw6dGTaxbODEf6AUPW6ZzeQUXKalyTgTU44QtWpqc6kyvfPiJRriFAUIG9cJ2luTcVrB00U2NthjYLCR3y0SYKYyrmx0dPd51J/4QPQoXuxUR1iixMEFo9UVs4/ThWzjU5vuWvgfXKEWdXzut913jGHvv7R3hD1ex7fl8g==

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



1PoG7r

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/TcQfcu7K8DFyEKwBDDszDPHhFJSDylcH>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de IH



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 28 de mayo del 2020

MTRA. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE DE INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

En respuesta al oficio con fecha 13 de mayo del 2020, donde se me nombre miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominado: "**EFEECTO DEL GENOTIPO Y TAMAÑO DE SEMILLA EN LA GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)**".

Que presenta la **C. MARISOL MUÑOZ AVILA** y la **C. MARÍA LUISA VEGA GARCÍA**, pasantes de la carrera de Ingeniero Hortícola, bajo la dirección de la **DRA. MARÍA ANDRADE RODRÍGUEZ.**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. JOSÉ ANTONIO CHÁVEZ GARCÍA
PTP de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Se anexa firma electrónica

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / 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

JOSE ANTONIO CHAVEZ GARCIA | Fecha:2020-08-18 10:16:23 | Firmante

0YpiSOLTWYlmeKu3I97XTVbxdJiXuTG5IP0sFCADH1/UxmnAsVbPk5wzYg9vaHxhfH8rKILA+G15vB04F4PREZ0I26QL4W/ffPKskfcBsEva64f8DP0qizzciUQ0XB+QZdQEqsNzBsUb/xWbvMurFrjywJIOWjZgm2Vf2yc+VqUoSII2XqUnVWqKapHIMdWEJA/EI6xrKBrsvOoWL7ILgrR7AHWfYcRBmFixihEhlwsqBWYrIhUUS4wNmnxDYcagUOY0kJ1NRQXQ1nQI/ZQD7o0ioC8P1SVX5XzYKBh2ZhQfquEc5zNZe/pl7Wd8xBHVm7TRIkD8PXw0DB8aKyyA==

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



PJyFfq

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/nbjgymuEx5BSi8YpfquPFsEAFJYo1KMh>

