



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

FITOTECNIA

**RELACIÓN NITROGENO POTASIO EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA SOBRE EL
DESARROLLO Y CALIDAD EN PLANTAS DE NOCHEBUENA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA**



PRESENTA:

DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

CRUZ ESQUIVEL LUISA DILERI



Junio, 2013

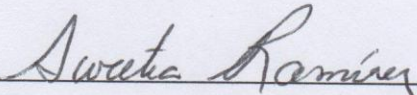
Chapingo, Estado de México

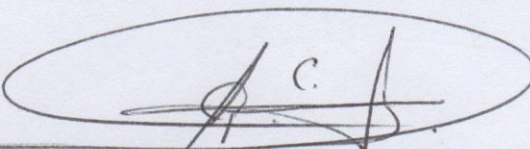
APROBACIÓN

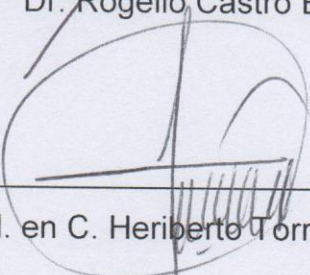
“RELACIÓN NITRÓGENO-POTASIO EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA SOBRE EL DESARROLLO Y CALIDAD EN PLANTAS DE NOCHEBUENA”

Tesis realizada por **Luisa Dileri Cruz Esquivel**, bajo la dirección de la Dra. **Sweetia Paulina Ramírez Ramírez** y del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: 
Dra. Sweetia Paulina Ramírez Ramírez

ASESOR: 
Dr. Rogelio Castro Brindis

ASESOR: 
M. en C. Heriberto Torres Navarro

DATOS BIOGRÁFICOS

Luisa Dileri Cruz Esquivel, originaria del Distrito Federal nacida el 15 de abril de 1987, mis estudios de educación básica fueron realizados en la escuela primaria “Isidro Fabela” en el Estado de México y mi secundaria en la Escuela Secundaria Técnica No. 66 “ Francisco J. Mujica” en el Distrito Federal.

A los 15 años ingrese a el CECyT No. 6 “Miguel Othón de Mendizabal” para cursar el nivel medio superior y los estudios superiores fueron llevados a cabo en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Forme parte de la generación (2004-2008). Egrese de la carrera de Biólogo con especialidad den Recursos Naturales.

En el año 2011 ingrese al posgrado en Horticultura, en el departamento de enseñanza e investigación en Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Finalmente culmina la investigación en 2013 para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura.

AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, por darme la oportunidad de llevar acabo mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado durante mis estudios de posgrado y por darme las herramientas para seguir siendo una persona de éxito y comprometida con mi país.

A la Dra. Sweetia Ramírez Ramírez, por la dedicación, tiempo y apoyos brindados para culminar mis estudios de maestría y también durante mi proceso de formación.

Al Dr. Rogelio Castro Brindis y M. en C. Heriberto Torres Navarro, por su asesoría, apoyo y escucha durante la elaboración del trabajo de investigación y de mi formación en la maestría.

DEDICATORIA

A mis abuelos María de la Paz, Miguel, María Nila y Francisco por ser la base de lo que soy ahora y enseñarme a valorar las cosas que realmente importan en la vida... Gracias!

Y en especial a mi mami hermosa que es mi guía y que siempre me impulsa a conseguir lo que quiero y a Lore preciosa por ser siempre mi mejor amiga las quiero, sin ustedes nada esto sería posible; a mi Padre por enseñarme a ser responsable y hacerme pensar que nada es imposible.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	5
3. HIPÓTESIS	6
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
4.1 Taxonomía de la planta	7
4. 2 Descripción de la planta	7
4.3 Requerimientos ambientales que influyen en la calidad de la nochebuena.	11
4.4 Factores que influyen en la calidad de la nochebuena.	12
4.4.1 Nutrición mineral	12
4.4.2 Funciones de los elementos esenciales	17
4.4.3 Propiedades y características del sustrato	24
4.4.4 Sustratos	25
4.5 Pigmentación de las hojas y brácteas.....	29
4.5.1 Pigmentos	29
5. MATERIALES Y MÉTODO	36
5.1 Área de estudio	36
5. 2 Diseño experimental.....	37
5. 3 Material vegetal	37
5. 4 Preparación de sustratos y llenado de las macetas	39
5. 5 Determinación de características física del sustrato	39
5. 6 Determinación de características químicas del sustrato	40
5. 7 Manejo de las plantas.....	40
5. 8 Trasplante	40
5. 9 Pinchado	40

5. 10 Caracterización de la calidad de planta	41
5. 11 Fertilización	41
5. 12 Tratamientos.....	42
5. 13 Riego	43
5. 15 Iluminación	43
5.16 Variables respuesta.....	44
5. 16. 1 Variables morfológicas	44
5.16. 2 Área foliar, peso fresco y peso seco de la hoja.....	47
5.16. 3 Peso específico	48
5.16. 4 Peso de Tallos y Raíces	48
5.16. 5 Tamaño y número de raíces	48
5.16.6 Extracción y cuantificación de clorofilas en hojas y brácteas.	49
5.16.7 Extracción y cuantificación de carotenoides en hojas y brácteas.....	51
5.16.8 Extracción y cuantificación de antocianinas en brácteas	51
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
6.1 VARIEDAD ‘TWIN MONET’	53
6.1.1 Comportamiento del desarrollo de la altura de la planta	53
6.1.2 Comportamiento del desarrollo del diámetro de tallo	54
6.1.3 Comportamiento del desarrollo del número de hojas.....	55
6.1.4 Comportamiento del desarrollo del número de brotes	57
6.1.5 Comportamiento del desarrollo del diámetro de copa.....	57
6.1.6 Altura de la planta	58
6.1.7 Diámetro de tallo	59
6.1.8 Diámetro de copa	59
6.1.9 Diámetro de la inflorescencia principal	60
6.1.10 Diámetro de la flor del brote principal	60
6.1.11Tamaño de entrenudos	61
6.1.12 Tamaño de raíz	62
6.1.13 Tamaño del brote principal	62
6.1.14 Peso seco y peso fresco del tallo	62
6.1.15 Peso seco y peso fresco de brácteas	63

6.1.16	Peso seco y peso fresco de raíz.....	64
6.1.17	Área foliar, Peso seco, Peso fresco y Peso específico	65
6.1.18	Pigmentos	66
6.2	VARIEDAD ‘NUTCRACKET WHITE’	70
6.2.1	Comportamiento del desarrollo de la altura de la planta	70
6.2.2	Comportamiento del desarrollo del diámetro de tallo	71
6.2.3	Comportamiento del desarrollo del número de hojas.....	72
6.2.4	Comportamiento del desarrollo del número de brotes	73
6.2.5	Comportamiento del desarrollo del diámetro de copa.....	73
6.2.6	Altura de la planta	74
6.2.7	Diámetro de tallo	75
6.2.8	Diámetro de copa	75
6.2.9	Diámetro de la inflorescencia principal	76
6.2.10	Diámetro de la flor del brote principal	76
6.2.11	Tamaño de entrenudos	77
6.2.12	Tamaño de raíz	78
6.2.13	Tamaño del brote principal	78
6.2.14	Peso seco y peso fresco del tallo	78
6.2.15	Peso seco y peso fresco de brácteas	79
6.2.17	Área foliar, Peso seco, Peso fresco y Peso específico	80
6.2.18	Pigmentos	82
6.2	Evaluación general	85
7.	CONCLUSIONES	99
8.	LITERATURA.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Funciones de elementos presentes en menor proporción en la nutrición de la flor de nochebuena.....	23
Cuadro 2.	Descripción inicial de la flor de nochebuena 'Twin Monet' y 'Nut cricket White'.....	37
Cuadro 3.	Descripción de las relaciones obtenidas para la solución nutritiva en 500 L de solución.....	41
Cuadro 4.	Solución 1 (relación 1:1 N y K respectivamente); Solución 2 (relación 2:1 N y K respectivamente); Solución 3 (relación 3:1 N y K respectivamente).....	42
Cuadro 5.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en la altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de copa, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	59
Cuadro 6.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en el diámetro de inflorescencia principal, diámetro de flor del brote principal y tamaño de entrenudos, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	60
Cuadro 7.	Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en tamaño de raíz, tamaño de brácteas del brote principal, peso seco tallo y peso fresco tallo, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	62
Cuadro 8.	Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en peso seco brácteas, peso fresco brácteas, peso seco raíz y peso fresco raíz, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	63
Cuadro 9.	Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en el área foliar, pesos seco, peso fresco y peso específico, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	65
Cuadro 10.	Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en pigmentos de hojas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales y carotenos), en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	66
Cuadro 11.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en pigmentos de brácteas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales, carotenos y antocianinas), en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.....	67

Cuadro 12.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en la altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de copa, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.....	75
Cuadro 13.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en el diámetro de inflorescencia principal, diámetro de flor del brote principal y tamaño de entrenudos, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.....	76
Cuadro 14.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en tamaño de raíz, tamaño de brácteas del brote principal, peso seco tallo y peso fresco tallo, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.....	78
Cuadro 15.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en peso seco brácteas, peso fresco brácteas, peso seco raíz y peso fresco raíz, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.....	79
Cuadro 16.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en el área foliar, peso seco, peso fresco y peso específico, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.....	80
Cuadro 17.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en pigmentos de hojas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales y carotenos), en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.....	82
Cuadro 18.	Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en pigmentos de brácteas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales, carotenos y antocianinas), en plantas de nochebuena 'Nutcracker White'....	83
Cuadro 19.	Se analiza de manera cualitativa las variables medidas por variedad y si le asignamos: Bueno (B) al mejor resultado, Malo (M) al peor y Regular (R) a los datos intermedios; para la determinación de la calidad de la Flor de Nochebuena para las variables respuesta que determinan de acuerdo a nuestro criterio su calidad.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cultivo de flor de nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i>) en invernadero.....	8
Figura 2.	Sistema radicular y follaje (<i>Euphorbia pulcherrima</i>) en invernadero, a) Raíz y b) Hojas.....	10
Figura 3.	Tallos de flor de nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i>) en invernadero, a) Tallo y b) Hojas.....	10
Figura 4.	Mapa del área de estudio.....	35
Figura 5.	Imágenes del experimento establecido en un diseño de bloques completamente al azar.....	36
Figura 6.	Cultivares de <i>Euphorbia pulcherrima</i> : a) 'Twin Monet', b) 'Nut Cracket White' y c) Fotografía de los dos cultivares en laboratorio.....	37
Figura 7.	Sistema de riego.....	41
Figura 8.	Tapado de cultivo para inducción de floración.....	43
Figura 9.	Procedimiento para peso, número y tamaño de raíces.....	47
Figura 10.	Preparación del material vegetal para la extracción de cuantificación de pigmentos (corte de hojas y brácteas).....	48
Figura 11.	Preparación del material vegetal para la extracción de cuantificación de pigmentos en hojas y brácteas (pesado, colocación en tubos de ensaye y lectura en el espectrofotómetro).....	49
Figura 12.	Altura de planta de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	52
Figura 13.	Diámetro de tallo de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	54
Figura 14.	Número de hojas de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	55
Figura 15.	Número de brotes de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	56

Figura 16.	Diámetro de copa de la flor de nochebuena ‘Twin Monet’ con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	57
Figura 17.	Altura de la planta de la flor de nochebuena ‘Nutcracket White’ con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.	69
Figura 18.	Diámetro de tallo de la flor de nochebuena ‘Nutcracket White’ con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	70
Figura 19.	Número de hojas de la flor de nochebuena ‘Nutcracket White’ con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	71
Figura 20.	Número de brotes de la flor de nochebuena ‘Nutcracket White’ con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	72
Figura 21.	Diámetro de copa de la flor de nochebuena ‘Nutcracket White’ con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.....	73

RELACIÓN NITRÓGENO-POTASIO EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA SOBRE EL DESARROLLO Y CALIDAD EN PLANTAS DE NOCHEBUENA

NITROGEN-POTASSIUM RATIO IN NUTRIENT SOLUTION IN THE DEVELOPMENT AND QUALITY POINSETTIA

L.D. Cruz-Esquivel¹; S.P. Ramírez-Ramírez²

RESUMEN

Es necesario realizar estudios que determinen las condiciones para el crecimiento y desarrollo óptimos, para lograr una producción de plantas de nochebuena de alta calidad comercial, asegurando con esto la aplicación de fertilizantes basada en los requerimientos nutricionales del cultivo, uso racional de los recursos e insumos adecuados, lo que resultara en ganancias para los agricultores traducido en reducción de costos y disminución del impacto ambiental. Se evaluó el efecto de tres relaciones nitrógeno-potasio (3:1, 2:1 y 1:1), para conocer la fertilización adecuada del cultivo. El sustrato final fue una mezcla de corteza de pino molida, hojarasca de encino molida y musgo de laguna o turba, en una relación 1:1:1. Los resultados reflejaron que la relación 1:1, para la variedad 'Twin Monet' fue la que menor peso seco obtuvo ($p \leq 0.05$) respecto a las relaciones 2:1 y 3:1 en 42.02 y 38.83% respectivamente, en cuanto al peso fresco presento el mismo comportamiento que el peso seco ($p \leq 0.05$) respecto a las relaciones 2:1 y 3:1 en 28.39 y 22.79%, en cuanto a la mayor concentración de antocianinas se obtuvo que la mejor relación fue 1:1. El cultivo 'Nutcracker White' no presento diferencias significativas, para ambas variedades no hubo diferencia en altura de la planta, diámetro del tallo, diámetro de copa, diámetro de inflorescencia principal ni diámetro de flor del brote principal. El mejor tratamiento fue la relación con la concentración más baja (1:1), lo que representa una posibilidad para obtener plantas de nochebuena de excelente calidad comercial.

Palabras clave adicionales: *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, manejo de cultivo, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), antagonismo, productividad.

ABSTRACT

Research is needed to define conditions for optimum growth and development to produce high quality commercial poinsettia plants and thus ensure that application of fertilizers is based on crop nutrient requirements, rational use of resources and appropriate inputs. This will result in profits for farmers through reduced costs and low environmental impact. We evaluated the effect of three nitrogen-potassium ratios (3:1, 2:1 and 1:1) for appropriate crop fertilization. The final substrate was a mixture of ground pine bark, ground oak leaves and peat moss in a ratio 1:1:1. The results showed that the 1:1 ratio for the variety 'Twin Monet' was that which produced the lowest dry weight ($p \leq 0.05$) relative to the 2:1 and 3:1 ratios by 42.02 and 38.83%, respectively. In terms of fresh weight, the same behavior as that of dry weight ($p \leq 0.05$) was observed: the 1:1 ratio was lower by 28.39 and 22.79% than the 2:1 and 3:1 ratios. The highest concentration of anthocyanins was obtained with the ratio 1:1. For 'Nutcracker White' there were no significant differences among treatments. 'Nutcracker White' was not different from 'Twin Monet' in plant height, stem diameter or diameter of crown, main inflorescence and flower of main stem. The best treatment was the ratio with the lowest concentration (1:1), which is an option for poinsettia plants of commercial quality.

Additional key words: *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, crop management, Good Agricultural Practices (GAP), antagonism, productivity.

¹ Tesista

² Director

1. INTRODUCCIÓN

Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch o “flor de nochebuena”, por su uso ornamental, es una de las plantas en maceta más cultivadas en el mundo, la importancia del cultivar de flor de nochebuena es económica y social, es consumida en la temporada de invierno para las fiestas decembrinas, es de origen mexicano, y se puede encontrar de manera silvestre en el Bosque Tropical Seco.

Se debe estar a la par de las necesidades a nivel nacional y mundial, la (FAO, 2004), indica que las Buenas Prácticas Agrícolas pueden impactar positivamente sobre la productividad y llevar al productor a una situación de mayor control de su sistema de producción, identificando fallas o pérdidas y aplicando medidas correctivas, contribuyendo de esta manera a elevar el nivel de organización y en consecuencia un uso eficiente de los procesos. Se debe asegurar que la aplicación de fertilizantes este basada en los requerimientos nutricionales del cultivo, para mantener su fertilidad por medio del uso racional del recursos y los insumos adecuados y evitar contaminación de agua y suelos para la reducción de costos. Lo que resultara en ganancias para los agricultores y la población en general disfrutara de un mejor ambiente.

La diversidad de recursos genéticos contenida en las plantas cultivadas de nuestro país es un patrimonio nacional, pero también mundial. Tiene además de su valor biológico y cultural intrínseco, un valor económico y potencial muy importante que debe ser aprovechar de mejor manera. No obstante la

importancia del crecimiento en la producción alimentaria, el uso ineficiente de agroquímicos y la apertura de tierras en áreas no aptas para la agricultura trajeron como consecuencia una grave erosión, deforestación y contaminación de suelos y aguas. En el paso de la historia debe quedar claro que las respuestas a nuestros problemas relacionados con la conservación del ambiente y de los recursos naturales no ocurriría con “composturas tecnológicas”, es decir confiando que alguna nueva tecnología arreglara lo que hemos hecho mal. La experiencia dice lo contrario quizá la única excepción a sido la “Revolución verde”, cuyos resultados permitieron incrementar notablemente la producción (Sarukhán *et al.*, 2009).

Se debe tomar en cuenta la adaptación del sistema radicular, gestión del riego y la fertilización, y utilización de las plantas después del cultivo para un manejo eficiente del cultivo. Dado que el volumen de una maceta es limitado, el sustrato y sus componentes deben poseer características físicas y químicas que combinadas con un programa integral de manejo y fertilización permitan el óptimo desarrollo de las plantas (Cabrera, 1999). Los sustratos son un factor muy importante y tienen una gran influencia en la calidad de flor de Nochebuena, la calidad puede llegar a ser muy heterogénea, pudiendo existir desde plantas de calidad deficiente, de buena calidad y ocasionalmente de excelente presentación (Martínez, 1996).

La absorción de nutrientes y el crecimiento vegetal se puede ver afectado por una interacción entre uno o más nutrientes, la respuesta a diferentes concentraciones de cada nutriente administrado al cultivo es vital. Los

nutrientes son necesarios según la fase de crecimiento de la planta. Al inicio son exigentes de nitrógeno que les permite alcanzar un crecimiento en longitud, de fósforo con el que logran un buen crecimiento radicular, mientras que para formar flores requieren de potasio y para conservarlas, de calcio (Bañuelos, 1999). Se han encontrado diferentes trabajos que están encaminados a la calidad de este cultivo tomando en cuenta los diferentes niveles para un óptimo manejo como son diferentes mezclas de sustrato (Martínez-Salas, 1996), soluciones nutritivas (Ayala-Arreola, 2004, Rosas-Ramos *et al*, 2005; Ocampo, 2006) y factores ambientales (García-López, 2004) todos ellos enfocados a crecimiento, desarrollo vegetativo, floración, pigmentación, y vida pos cosecha, que determinen la calidad de la flor de nochebuena.

La nochebuena puede producirse con éxito en un amplio rango de medios de cultivo (Strojay y Nowak, 2003). Un adecuado funcionamiento y desarrollo del sistema radicular de la nochebuena está determinado por un apropiado suministro de humedad y muy buena difusión de oxígeno en la superficie radicular (Ecke *et al.*, 1990). La nutrición en la nochebuena proveniente tanto de los sustratos como de los fertilizantes aplicados, influyen en la calidad de la flor, cantidad de hojas y área foliar, tamaño de flores y obtención de colores más firmes, además de favorecer el desarrollo del sistema radical, características de suma importancia buscada por el productor (Pineda-Pineda *et al.*, 2008). Pérez-López *et al.*, 2005 llegaron a la conclusión de mantener una la relación 2:1 entre planta y maceta para un buen manejo. Esto es importante porque se trata de una planta de ornato, cuyo aspecto es fundamental en su

precio. De ahí la necesidad de fomentar la investigación en este campo y siendo uno de los objetivos tener un óptimo manejo de todos los elementos necesarios para tener un menor impacto en el ambiente y mayor conocimiento del cultivo de *Poinsettia*, con la finalidad de tener una alta calidad comercial. Con este trabajo se pretende sentar las bases para tener el conocimiento de la solución nutritiva adecuada para el crecimiento de la flor de nochebuena y sobre todo contribuir al conocimiento general en cuanto al comportamiento de dos variedades recientes en el mercado.

2. OBJETIVOS

Evaluar el efecto que tiene la relación nitrógeno-potasio en la solución nutritiva sobre el crecimiento vegetativo y producción de pigmentos en hojas y brácteas; en calidad de flor de nochebuena.

Analizar y determinar la interacción entre las características morfológicas y bioquímicas del cultivo en función a la relación nitrógeno-potasio en la solución nutritiva.

3. HIPÓTESIS

La relación Nitrógeno-Potasio baja se verá reflejado en mayor tamaño de hojas, tallos, raíces, altura de planta, número de flores y brácteas, serán evidentes las diferencias de calidad entre las diferentes soluciones nutritivas aplicadas al cultivo, esperando que la mejor relación Nitrógeno-Potasio sea la de menor concentración.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Taxonomía de la planta

Pérez-Torres (2012) en su trabajo reporto, de acuerdo con el Missouri Botanical Garden (MBG, 2012), la jerarquía taxonómica de esta especie cultivada (Figura 1) es la siguiente:

Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	Euphorbiaceae Juss.
Género	<i>Euphorbia</i> L.
Especie	<i>E. pulcherrima</i>
Autor	Willd. ex Klotzsch (abreviación de Willdenow, Carl Ludwing von y del ex-autor Klotzsch, Johann Friedrich).

Sinonimias: *Euphorbia erithrophylla* Bertol., *Euphorbia erythrophylla* Bertol., *Euphorbia fastuosa* Sesse & Moc., *Pleuradena coccínea* Raf., *Poinsettia pulcherrima* (Willd. Ex Klotzsch) Graham.

4. 2 Descripción de la planta

La estructura de estas plantas está formada de hojas de color verde oscuro, aterciopelada, con los bordes dentados, pálidas en el envés, no dentadas, glabras o algunas veces pubescentes (cubiertas de vellosidad corta y sueva),

posee inflorescencias llamadas ciatios de color amarillo que se agrupan en cimas umbelíferas, no tienen mucha importancia decorativa, pero si sus bráctea con aspecto de pétalos, que son hojas modificadas y que rodean a las flores y son las que realmente dan la belleza a la planta (Jiménez, 2000).



Figura 1. Cultivo de flor de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) en invernadero (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2011).

Tomando como base la descripción que Standley y Steyermark (1949) hacen de *E. pulcherrima*, algunas de sus características más distintivas son (Información citada en (Pérez-Torres, 2012):

- a) Sistema radicular: Raíz ramificada (Figura 2).
- b) Tallo principal. Leñoso, de 1 a 4 m de alto, con pocas ramas fuertes y cilíndricas; en su hábitat alcanza mayores alturas (Figura 3).

c) Hojas. Alternas o las superiores opuestas o verticiladas (más de dos hojas se desarrollan en el mismo nudo), con pecíolos delgados, hoja membranáceas, usualmente ovadas (forma de huevo) o panduriformes (forma de violín) pero frecuentemente enteras, en su mayoría de 12 a 20 cm de largo, agudas a acuminadas (con márgenes rectos o convexos que terminan en un ángulo menor de 45°) en el ápice, cuneadas (con forma de cuña) en la base, pálidas en el envés, no dentadas, sin pelos o en ocasiones pubescencias en el envés (Figura 2).

d) Brácteas. Son hojas modificadas que se encuentran alrededor de las flores verdaderas, las cuales se agrupan en inflorescencias (CONABIO, 2010). Dichas brácteas se forman en conjunción con la formación del ciatio, las cuales adquieren color en respuesta al incremento en la producción de antocianinas (Villegas y Colinas, 2007) (Figura 3).

e) Inflorescencia. Hojas de la inflorescencia grandes y rojo-brillosas (en ocasiones no rojas, sino rosas o amarillas); con brácteas asociadas a la inflorescencia (involucro en color verde o amarillo), inflorescencia cimosa-corimbosa (inflorescencia con aspecto ancho y redondeado con pedicelos de diferentes longitudes pero que alcanzan el mismo nivel).

f) Flores. Flores en forma de ciatios, campanuladas con pelitos por dentro, lóbulos anchos y cortos con incisiones paralelas que forman segmentos angostos (laciniados); glándulas 1, sin apéndices.

g) Frutos y semillas. Cápsula ovoide-oblonga, 10-15 mm de largo, sin pelos; semillas ovoides, alrededor de 8 mm de largo y lisas.

a)



b)



Figura 2. Sistema radicular y follaje (*Euphorbia pulcherrima*) en invernadero, a) Raíz y b) Hojas (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

a)



b)

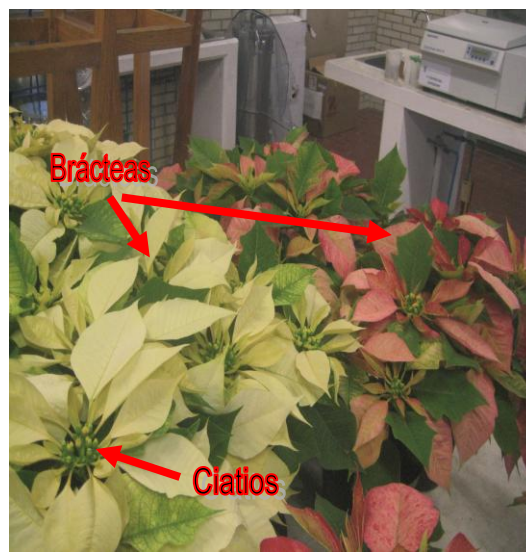


Figura 3. Tallos de flor de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) en invernadero, a) Tallo y b) Hojas (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

4.3 Requerimientos ambientales que influyen en la calidad de la nochebuena.

a) Luminosidad: La importancia de este factor se manifiesta en el desarrollo de las plantas de Nochebuena (intensidad, calidad y duración), además de la intensidad simple un papel muy importante en el color de las hojas y flor, el crecimiento del tallo, pigmentación y retención del follaje (Galicía, 2000). La calidad de la luz afecta la longitud de entrenudos y la síntesis de antocianinas (Pérez y Martínez-Laborde, 1994). En cuanto a la duración de la luz, las Nochebuenas son sensibles al fotoperiodo, induciéndose la floración cuando el periodo de oscuridad es de por lo menos 12.5 horas continuas (Kistoffersen, 1968; Witaszek y Mynett, 1989, Martínez, 1995).

b) Temperatura: Respecto a la temperatura ideal para el cultivo de nochebuena, hay variaciones de acuerdo al cultivar y al estado fenológico en el que se encuentre la planta. Para el desarrollo vegetativo las temperaturas oscilan alrededor de 15 a 20 °C en la noche y 24 a 35 °C en el día. Mientras en la etapa de floración se recomienda de 15 a 18 °C en la noche y de 18 a 25 °C en el día (Carmichael, 1990).

c) Humedad relativa: Si bien las hojas se desprenden en ambientes secos, Cabrera *et al.* (2006) refieren que esta variable no es problema en la fase vegetativa, pero deberá estar por debajo del 60% en la fase productiva.

4.4 Factores que influyen en la calidad de la nochebuena.

4.4.1 Nutrición mineral

Se refiere al conjunto de fenómenos o procesos de alimentación que contribuyen al crecimiento y desarrollo de un ser viviente, un nutrimento es entonces un alimento para la conservación, crecimiento y desarrollo de un ser vivo. Los avances científicos en nutrición vegetal y fertilización han revolucionado la producción de los cultivos. La ciencia de la nutrición comenzó aproximadamente hace 150 años con los experimentos clásicos de Liebig, Lawes y Gilbert, de Saussure entre otros y es una de las grandes esperanzas para solucionar la crisis mundial de alimentos (Sánchez, 2004). La nutrición mineral incluye el suministro, absorción y utilización de los nutrimentos esenciales para el crecimiento y producción de los cultivos (Sánchez, 2004).

La alimentación de una planta para su mantenimiento y crecimiento es a base de una serie de sustancias inorgánicas minerales simples (nitrógeno, fosforo, potasio, etc.), agua, CO₂ y O₂ y energía radiante (luz y temperatura). Solamente 17 elementos están considerados como esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas. Estos están divididos en macro nutrimentos, que son aquellos requeridos en gran cantidad por las plantas; y micro nutrimentos, aquellos que son requeridos en menor cantidad (Salisbury y Ross, 1994). Schuch *et al.* (1995) evaluaron la respuesta de seis variables de nochebuena a tres niveles de fertilización de nitrógeno y dos regímenes de irrigación,

encontrando que se obtenían plantas aceptables con 160 mg L^{-1} de N aplicado en forma continua con un volumen de irrigación de 240 ml cada tercer día.

Se ha comprobado, a partir de numerosos estudios, que el crecimiento es, normalmente, más importante si el suministro de nutrientes a la planta aumenta a partir de determinado nivel. Liebig intentó expresar la relación entre el crecimiento y el suministro de nutrientes mediante lo que ahora se conoce como la “Ley del mínimo”: el crecimiento de las plantas está regulado por el factor que se encuentra presente en menor cantidad y aumenta o disminuye de acuerdo con su incremento o reducción como se ha observado en este trabajo que un aumento en el incremento de N no se ve afectado el crecimiento ya que la planta solo obtiene lo necesario para su crecimiento y en su relación con el K se puede observar que una vez que comienza a utilizarse el K para la floración el N deja de absorberse ya que al iniciarse la floración el crecimiento se mantiene constante.

Ecke *et al.* (1990) recomiendan alrededor de 250 mg L^{-1} de N para nochebuena con fertirrigación constante. Por otro lado, Rose y White (1994) encontraron que con la aplicación de 75 a 125 mg L^{-1} de nitrógeno vía subirrigación a una tasa constante durante el desarrollo vegetativo se producen plantas de calidad aceptable. Gaffney *et al.* (1982) observaron un mayor desarrollo de las plantas de nochebuena al aplicar de 84 a 168 mg L^{-1} de nitrógeno en forma de NO_3 . La máxima acumulación de nitrógeno en la planta de nochebuena ocurre en la etapa vegetativa y decrece cuando la planta cambia a etapa inductiva, es decir

cuando se inicia la formación de brácteas, debido a que los requerimientos de nitrógeno se translocan a las brácteas (Rose y White, 1994).

Un nivel alto de N durante la etapa de floración en nochebuena lejos de favorecer el desarrollo de las brácteas, puede ocasionar daño al tejido en crecimiento, caracterizado por áreas necróticas (Boodley, 1969); además de que altas concentraciones de nitrógeno disminuye el desarrollo de la parte aérea y suprimen la elongación radical (Rose y White, 1994). Navarro y Navarro (2000) mencionan que cantidades excesivas de nitrógeno originan plantas muy succulentas y con pocas partes leñosas, disminución muy marcada en el desarrollo radical y un amplio desarrollo vegetal aéreo. Whipker y Hammer (1998) en un estudio de comparación de soluciones hidropónicas para nochebuena reportan que se presentan mayores valores de materia seca de hojas, tallos, raíz en la etapa de crecimiento con una solución que contiene 300 mg L⁻¹ de nitrógeno. Para la solución empleada de 207.5 mg L⁻¹ de N con una relación de 193 mg L⁻¹ de K se obtiene que la mejor solución para peso seco y fresco de tallo, raíz y brácteas. Salisbury y Ross (1994) quienes coinciden mencionan al nitrógeno como el principal nutrimento constituyente de la materia seca.

Para el cultivo de nochebuena se requieren de altos niveles de nitrógeno y potasio (Martínez, 1995). Se ha mencionado que la nochebuena requiere 200 a 300 mg L⁻¹ de N y K; 50 a 100 mg L⁻¹ de P; de 80 a 120 mg L⁻¹ de Ca; 40 a 60

mg L⁻¹ de Mg y e 0.1 a 0.2 mg L⁻¹ de Mo en cada riego; si se fertiliza de manera intermitente, la dosis requerida es el doble (Martínez, 1995).

Las aplicaciones de nitrógeno en la nochebuena se debe realizar en diferentes momentos: a las tres, cinco, seis y siete semanas después del trasplante en un sustrato de tipo estéril pero siempre manteniendo una humedad entre 44% y 85% (Redak y Bethke, 1995). De las dos hasta las 10 primeras semanas después del transplante la nochebuena requiere de por lo menos 250 mg L⁻¹ (Yelanich y Biernbaum, 1994). La máxima absorción de nitrógeno por parte de la nochebuena se da hasta antes de la etapa de floración, es decir que en la etapa inductiva es cuando el nitrógeno alcanza el mayor valor de asimilación (Whipker y Hammer, 1997); (Rose y White, 1994).

Dentro de las relaciones que se dan entre el nitrógeno y otros nutrimentos, se puede observar la relación de sinergismo que se da entre el nitrógeno y el fosforo. Wilkinson *et al.* (1999) menciona que el nitrógeno puede aumentar el aprovechamiento de fósforo por parte de la planta, mediante el optimo desarrollo radicular, el mismo que absorbe y translocan el fósforo de manera más eficiente. El cultivo de flor de nochebuena requiere de dosis altas de N y K para el crecimiento ya que Rosas-Ramos, 2005 reporta que las soluciones al final del ciclo de 145 días, con mayor tamaño fueron 300, 400 y 500 mg L⁻¹ de N y de 325 y 400 mg L⁻¹ de K, para las alturas de planta 57.7, 58.5, 58.3, 56.6 y 56.7 cm (estadísticamente diferentes) respectivamente.

El estudio realizado por (Rosas-Ramos, 2005), reporta que la flor de nochebuena puede alcanzar una altura de 58.5, 58.3, 57.7, 56.7 y 56.6 cm, con las siguientes dosis de N 400, 500, 300 y de P 400 y 325 mg L⁻¹, en 145 días de fertilización. La máxima acumulación de potasio en un cultivo anual ocurre durante la floración. Después puede ocurrir un retorno de cantidades importantes de potasio de la planta al suelo (Kafkafi *et al.*, 1978; Gonzalez-Eguiarte *et al.*, 1991).

A pesar de la gran importancia del K en la nutrición vegetal, no es totalmente claro como está unido este elemento, en el caso de estar combinado, con las principales biomoléculas. Una parte considerable del potasio total en la planta se representa como ion libre a nivel de vacuolas y citoplasma, en conjunto con los demás productos en solución genera presión osmótica (Alcantar-Gonzalez y Trejo-Tellez 2009).

4.4.2 Funciones de los elementos esenciales

a) Nitrógeno

El N es absorbido por los vegetales tanto en forma de nitrato (NO_3^-) como de amonio (NH_4^+). El amonio es absorbido y utilizado fundamentalmente por plantas jóvenes, mientras que el nitrato es la principal fuente de nitrógeno utilizada durante el periodo de crecimiento. Mediante el empleo de inhibidores, las plantas pueden beneficiarse del amonio sobre todo en épocas tardías de crecimiento (Sánchez, 2004).

Es esencial en la división y expansión celular, por tanto en el crecimiento. La adenina es una base púrica con nitrógeno en el anillo y es parte de muchos nucleótidos y nucleoproteínas, como el ADN y ARN. El nitrógeno también es constituyente de una multitud de compuestos llamados alcaloides, que no son metabolitos esenciales y se cree sirven como compuestos que almacenan este elemento (Jones *et al.*, 1991).

Aunque el nitrógeno inorgánico puede acumularse en forma de nitrato, el nitrógeno orgánico predomina en las plantas como proteínas de alto peso molecular. Del nitrógeno total en el tejido verde, las proteínas representan aproximadamente de 80 a 85 %, los ácidos nucleicos 10 % y el amino soluble 5 % (Mengel y Kirkby, 1982). En los cloroplastos de las células foliares, 75 % del nitrógeno orgánico se encuentra como proteínas enzimáticas (Marshner, 1986).

El nitrógeno consiste de 1.5 a 6.0 % del peso seco de muchos cultivos, con valores de suficiencia de 2.5 a 3.5 % en tejido foliar. Los valores críticos varían considerablemente dependiendo de la especie de cultivo, etapa de crecimiento y parte de la planta. Las concentraciones más altas se encuentran en las hojas nuevas, el nitrógeno total de la planta normalmente disminuye con la edad. El nitrógeno, como nitrato, se puede acumular en concentraciones considerables (más de 1000 mg kg⁻¹) en el tejido conductivo (pecíolos y tallos) durante el periodo vegetativo de crecimiento (Marshner, 1986).

b) Fósforo

El P es absorbido por los vegetales en una de sus dos formas, bien como ion fosfato monovalente (H₂PO₄⁻) o como ion fosfato divalente (HPO₄²⁻). La forma del ion absorbido viene determinada por el pH del suelo. Así, en suelos con un pH inferior a 7.2 predomina la forma monovalente, mientras que por encima de 7.2 predomina la forma divalente (Sánchez, 2004), y por tanto igual argumentación cabe incorporar a la rizosfera en un cultivo sin suelo. Existe un efecto notable del N sobre la captación de P por las plantas. Cuando N y P se encuentran física o químicamente asociados en el suelo, la captación del fósforo aumenta (Sánchez, 2004).

El fósforo es un constituyente de los compuestos que transfieren energía “forma enlaces ricos en energía en metabolitos importantes como ATP, ADP, AMP y

PPI”, del sistema de información genética (ADN y ARN), de las membranas celulares (fosfolípidos), fosfoproteínas, aminoácidos y ciertas coenzimas (Alpi y Tognoni, 1991).

La principal función del fosfato en el metabolismo es la formación de enlace pirofosfato que permite la transferencia de energía. El compuesto más importante de este tipo es el ATP, en esta forma la energía puede ser transportada a varios procesos endergónicos como la absorción de iones y la síntesis de varios compuestos orgánicos (Mengel y Kirkby, 1982). El fósforo consiste de 0.15 a 1.0 % del peso seco de muchos cultivos con valores de suficiencia de 0.2 a 0.4 % en hojas recientemente maduras (Jones *et al.*, 1991).

El P es absorbido por los vegetales en una de sus dos formas, bien como ion fosfato monovalente (HPO_4^{2-}). La forma del ion absorbido viene determinada por el pH del suelo. Así, en suelos con un pH inferior a 7,2 predomina la forma monovalente, mientras que por encima de 7,2 predomina la forma divalente (Tisdale *et al.* 1985), y por tanto igual argumentación cabe incorporar a la rizosfera en cultivo sin suelo. Existe un efecto notable del N sobre la captación del P por las plantas. Cuando N y P se encuentran física o químicamente asociados en el suelo, la captación del fósforo aumenta (Adams, 1980).

El fósforo es un componente de los ácidos nucleicos, fosfoproteínas, fosfolípidos como las lecitinas, constituyentes de las membranas plasmáticas,

así como enzimas y proteínas. Puesto que forma parte de ácidos nucleicos, genes y cromosomas, su papel resulta vital en el ciclo de vida de las plantas. Facilita la maduración precoz y mejora la calidad del fruto. Algunos autores comentan que el fósforo es ubicuo en la planta, de ahí que esté involucrado en casi todos los procesos metabólicos.

Este elemento interviene en varias coenzimas, incluidos los nicotina-adenosín-dinucleótido fosfato (NADP), fundamentales en los procesos fotosintéticos (Ozane, 1980). Una de las funciones conocidas del fósforo es la de almacenar y transferir energía a través de los compuestos adenosín-difosfato (ADP) y de adenosin-trifosfato (ATP). Es parte integral del ciclo reproductivo, al ser uno de los componentes del ADN y ARN, estando implicado en las transferencias de información genética. Interviene así mismo en el transporte de electrones en reacciones de oxido-reducción (Tisdale *et al.*, 1985). Igualmente, ofrece un papel regulador en la formación y translocación de sustancias como azúcares y almidón, interviene en los procesos de maduración y formación de semillas y está involucrado en la fijación simbiótica del nitrógeno (Ozane, 1980).

c) Potasio

El potasio tiene un efecto benéfico en la síntesis de ATP, como éste se requiere para numerosas reacciones de síntesis, el potasio puede indirectamente promover la síntesis de varios compuestos orgánicos como proteínas, azúcares y polisacáridos (Sánchez, 2004). El potasio está involucrado en el

mantenimiento del estado hídrico de la planta, en la presión de turgencia de sus células e interviene en la apertura y cierre de estomas, por lo que las plantas bien abastecidas con potasio pierden poca agua, incrementan el potencial osmótico y se influye favorablemente el cierre estomático. La poca pérdida de agua se debe a la reducción de la tasa de transpiración, que depende del potencial osmótico de las células del mesófilo y de la apertura y cierre de estomas, mecanismos que dependen completamente del flujo de potasio. En los tejidos jóvenes el potasio es indispensable para obtener una turgencia celular óptima que se requiere para la expansión celular (Mengel y Kirkby, 1982). El potasio consiste de 1.0 a 5.0 % del peso seco del tejido foliar recientemente maduro con valores de suficiencia de 1.5 a 3.0 %. En hortalizas los valores de suficiencia pueden llegar a ser de 6 a 8 % en el tejido de los tallos (Jones *et al.*, 1991).

Nutriente requerido por las células para incrementar su turgor, mantener su potencial osmótico; en especial las células oclusivas, encargadas de la apertura de estomas (Huber, 1985). Resulta evidente que el potasio juega un papel importante como regulador osmótico y, por tanto, resulta fundamental en las relaciones hídricas de la planta.

Por otra parte, se encuentra implicado en la captación de agua del suelo, retención de agua de los tejidos vegetales y transporte a larga distancia de

agua y asimilados en floema y xilema (Mengel, 1985). Interviene, igualmente en la estabilización de pH celular, contrarrestando la carga negativa de los ácidos orgánicos y aniones inorgánicos, tales como Cl^- y SO_4^{2-} . El potasio es requerido también como activar de más de 60 enzimas en tejidos meristematicos (Suelto, 1985; Tisdale *et al.*, 1985).

Asimismo, juega un papel importante en el crecimiento primario de las células por su efecto en la elongación celular. Un aporte adecuado de potasio aumenta el espesor de las paredes celulares, proporcionando una mayor estabilidad a los tejidos; este efecto sobre el crecimiento celular mejora la resistencia a plagas y enfermedades (Beringer y Northdurth, 1985).

Otros papeles, igualmente atribuidos a este ion, son, por ejemplo, su requerimiento para la producción de energía en forma de fosfato (ATP), síntesis de azúcares y proteínas (Weber, 1985), procesos fotosintéticos y metabolitos de los hidratos de carbono (Huber, 1985). Incluso se le suelen atribuir ciertos efectos sobre la calidad (Bould *et al.*, 1984; Usherwood, 1985), debido a que las frutas y verduras que crecen con un aporte adecuado de potasio resisten, durante mucho más tiempo, que las que no han tenido un suministro adecuado de dicho ion.

Cuadro 1. Funciones de elementos presentes en menor proporción en la nutrición de la flor de nochebuena.

Elemento	Funciones
Calcio	Componente de paredes celulares. Estabilidad estructural y permeabilidad de membranas celulares. Proporciona vigor a la planta (Bould <i>et al.</i> , 1984).
Magnesio	Constituyente esencial de la molécula de clorofila, participa en la formación de azúcares y lípidos (Follet <i>et al.</i> , 1981). Activa la formación de cadenas polipepticas de aminoácidos (Tisdale <i>et al.</i> , 1985).
Azufre	Constituyente de aminoácidos como cisteína, metionina y cisteína esenciales para la formación de proteínas (Tisdale <i>et al.</i> , 1985). Está implicado en reacciones oxido-reducción (Marschner, 1995).
Hierro	Elemento esencial para la síntesis de la molécula de clorofila. Está implicado en la fijación de N, fotosíntesis y transferencia de e^- (Follet <i>et al.</i> , 1981). Implicado en reacciones de oxido reducción (reducción de O_2 a H_2O durante la respiración (Tisdale <i>et al.</i> , 1985).
Zinc	Es parte de sistemas de transferencia de e^- y en la síntesis y degradación de proteínas (Foy <i>et al.</i> , 1981). Forma parte de las auxinas una de las hormonas implicadas en la regulación del crecimiento vegetal (Tisdale <i>et al.</i> , 1985).
Manganeso	Implicado en la evolución del O_2 en la fotosíntesis. Forma parte de cloroplastos como transferencia de e^- en reacciones oxido-reducción (Follet <i>et al.</i> , 1981).
Cobre	Implicado en la formación y composición de la pared celular, por lo que afecta a la lignificación (Marschner, 1995).
Boro	Transporte de azucares a través de membranas celulares. Juega un papel importante en la formación de aminoácidos y síntesis de proteínas (Gupta, 1979; Tisdale <i>et al.</i> , 1985). Deficiencia de boro retrasa el crecimiento y desarrollo.
Molibdeno	El molibdeno de los tejidos se encuentra en la Nitrato reductasa (ANR) y en la nitrogenasa (Tisdale <i>et al.</i> , 1985).
Cloro	Interviene en la captura y almacenamiento de energía luminosa (Follet <i>et al.</i> , 1981).
Silicio	Juega un papel importante en la rigidez estructural de las paredes celulares (Tisdale <i>et al.</i> , 1985).
Sodio	Involucrado en la regulación osmótica (Tisdale <i>et al.</i> , 1985).

4.4.3 Propiedades y características del sustrato

a) Ventajas de manejo de sustratos

Las técnicas culturales aplicadas en la producción vegetal han experimentado cambios rápidos y notables durante las cuatro últimas décadas, unidos a estos cambios tecnológicos, se viene produciendo una sustitución gradual del cultivo tradicional en el suelo por el cultivo en sustrato. Las principales razones de la sustitución son (Abad, 2004):

- La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro.
- La existencia de factores limitantes para la continuidad de los cultivos intensivos en el suelo natural, particularmente salinización, enfermedades y agotamiento de los suelos agrícolas.
- La fuerte intensificación cultural que facilita el cultivo sin suelo.

El crecimiento y desarrollo de las plantas exigen sustratos de textura mediana a gruesa, con una mayor capacidad de aireación , un buen drenaje, un nivel optimo de fertilizantes y una moderada capacidad de tapón y de intercambio cationica, con objeto de controlar el pH y mantener su capacidad de nutrición.

El crecimiento de las plantas está en función del aire, luz, temperatura, agua, nutrimentos y la planta depende del sustrato para obtener estos últimos.

Cuando se habla de suministro se considera que “fertilidad” es la capacidad

inherente que tiene el suelo para suministrar los requerimientos nutrimentales a la planta en cantidades necesarias para su desarrollo. Al hacer referencia a la “nutrición” de la planta se considera la interrelación que se da entre el cultivo y los nutrimentos, es decir, manejar las cantidades en función de la demanda y el papel que desempeña cada uno de ellos en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

4.4.4 Sustratos

a) Corteza de pino

Corteza es un término genérico que incluye a la corteza interna (floema vivo) y a la corteza externa (ritidoma) de los árboles, esta última incluyendo, a su vez, a las células suberosas (felema). La corteza representa usualmente del 6 al 16% del volumen del árbol.

Se puede utilizar cortezas de muy distintas especies de árboles (*Melaleuca*, *Picea*, *Pinus*, etc.). En nuestro país, la corteza más utilizada es la de pino (*Pinus* spp.), que procede básicamente de la industria maderera. Las especies más importantes son: *Pinus halepensis*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* y *P. sylvestris*.

Usada correctamente, la corteza proporciona excelentes resultados, si bien al ser un material de origen natural, puede presentar una extraordinaria variabilidad. Esta variabilidad puede ser debida a la especie arbolea y a la edad del árbol, al tipo de suelo y a la época del año en la que se obtiene, etc.

Las propiedades físicas de las cortezas dependen estrechamente del tamaño de sus partículas, recomendándose que del 20 al 40% (en peso) de dichas partículas presentan un tamaño inferior a 0.8 mm. Se trata de un sustrato ligero, ya que su densidad aparente varía entre 0.10 g cm^{-3} (partículas gruesas) y 0.45 g cm^{-3} (partículas finas).

La porosidad total supera el 80-85% (vol), siendo bien conocida que las cortezas presentan una porosidad interna y abierta. La capacidad de la retención de agua fácilmente disponible es de baja a media, según el tamaño de partículas, siendo la capacidad de aireación elevada de 28.4%. El pH varía medianamente ácido (Abad *et al.*, 2004).

b) Musgo de laguna o Turba

Las turbas son fundamentalmente vegetales fosilizados. Penningsfeld y Kurzmann (1983) han definido la turba como la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de

materia orgánica, con el que se pueden identificar los restos de diferentes especies vegetales.

Strasburger *et al.* (1986) han señalado que este material natural está formado por depósitos de restos de musgos y de otras plantas superiores, que se hallan en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, por lo que no conserva largo tiempo su estructura anatómica.

La gran variedad de turbas existentes en el mercado, resultado de su diferente composición botánica, condiciones de formación y grado de descomposición, tamaño de partícula, grado o nivel de fertilización etc., permite hacer solamente comentarios generales acerca de sus propiedades.

La densidad aparente varía entre 0.06 y 0.10 gcm⁻³, para las turbas *Sphagnum* rubias, y hasta 0.30 gcm⁻³ para las negras. EL espacio poroso total oscila entre el 95% (vol.) o más, en el caso de las turbas rubias, hasta menos del 80% (vol.), para las turbas negras muy descompuestas. El pH puede oscilar entre 3,5 (turbas ácidas) hasta 8.5 (turbas eutróficas). Las turbas presentan una capacidad de intercambio catiónico elevado, propiedad que está estrechamente ligada con su humificación. Este material orgánico presenta un bajo nivel de fertilidad, estimado por el contenido de nutriente asimilable.

Las turbas son, desde hace muchos años, los componentes orgánicos más importantes y más ampliamente utilizados en los medios de cultivo de las

plantas que crecen en contenedores, debido a sus excelentes propiedades físicas, físico-químicas, químicas y biológicas.

Adicionalmente, este material orgánico presenta un efecto estimulador sobre el crecimiento y desarrollo vegetal, lo que se ha atribuido a la presencia de activadores del crecimiento (compuesto de naturaleza hormonal, sustancias húmicas solubles, etc.) (Abad *et al.*, 2004).

c) Tierra de hoja de encino.

Es el material en descomposición, que se obtiene de los bosques de encino en los climas templados y fríos. Los bosques de encino son caducifolios por esta razón tiran todas sus hojas en invierno, aspecto que origina una capa abundante de hojas en descomposición en el suelo (Bastida, 2002). Tiene una porosidad del 80 al 85 %, característica que le proporciona buen drenaje, buena aireación y retención de humedad apropiada, generalmente el pH va de neutro a ácido. Posee alta capacidad de intercambio catiónico, además, es un sustrato aportador de nutrientes. Su estabilidad física es poca ya que en la medida que avanza su descomposición disminuye de volumen. El tamaño de partícula es variable, por lo general son partículas fibrosas (Burés, 1997).

4.5 Pigmentación de las hojas y brácteas

4.5.1 Pigmentos

Es difícil concebir el origen o la existencia de la vida sin la capacidad de absorber energía radiante y convertirla en energía química. Tal como afirmo tan adecuadamente, la vida es un fenómeno fotoquímico. Los compuestos químicos

más importantes de esta conversión de energía luminosa en energía química son los pigmentos que se encuentran en los cloroplastos y en los cromatóforos de las plantas.

Redak y Bethke (1995) en plantas Lilo Red y Freedom Red fertilizados con 160 mg L⁻¹ y 240 mg L⁻¹ de N, encontraron un alto contenido de clorofila en hojas, mientras que plantas fertilizadas con 80 mg L⁻¹ de N fueron deficientes en nitrógeno foliar y tuvieron de 40 a 49% menos contenido de clorofila.

Eaton (1971) menciona que incrementando la aplicación de nitrógeno, el contenido de pigmentos rojos en cerezo silvestre disminuye. Esto planteamientos coincide con lo obtenido en este proyecto a una menor concentración de N y una alta concentración de K en una relación 1:1 la concentración de pigmentos es mayor.

Jeppsson (2000) menciona que la máxima producción de antocianinas por planta de cerezo silvestre se obtuvo con una dosis de fertilización de 50 kg ha⁻¹ de N, 44kg ha⁻¹ de P, 100 kg ha⁻¹ de K. (Eck, 1976).

a) Clorofila

Es una molécula compleja, formada por cuatro anillos pirrólicos, un átomo de magnesio y una cadena fitol (C₂₀H₃₉OH). La clorofila se asocia con lípidos y

proteínas hidrofóbicas de las membranas fotosintéticas (Salisbury y Ross, 1994; Azcón-Bieto, 2000). Las clorofilas son porfirinas es decir, están constituidas por un anillo tetrapirrólico formado por cuatro pirroles asociados en posición alfa (α). En estas moléculas, los dobles enlaces se presentan prácticamente conjugados, de donde surge su entidad como pigmentos. En las posiciones beta (β), las porfirinas poseen diversos sustituyentes según su naturaleza y en el centro presentan un átomo metálico con distinto grado de coordinación (Gil-Martinez, 1995).

Las clorofilas presentan el anillo tetrapirrólico unido a un anillo isocíclico pentanónico con un átomo de Mg quelado en el centro del tetrapirrol y el anillo D esterificado con resto alcohólico diterpénico (fitol). Las formas a y b presentan máximos de absorción en el azul-violeta (430-460 nm) y el rojo cercano (640-660) variando ligeramente los picos según el disolvente en que se hagan las evaluaciones, in vivo o incluso, según los diversos métodos de medición que se utilicen (Gil-Martinez, 1995; Azcón-Bieto, 2000).

Las clorofilas son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Se pueden distinguir diversos tipos (a, b, c, d, e, bacterioclorofilas, clorofilas de *Chlorobium*, etc.). Las más conocidas son las a y la b que son las de más amplia distribución.

Las clorofilas c, d y e se encuentran en algas, junto a las a; las bacteriofilas se hallan solamente en las bacterias fotosintéticas (Gil-Martinez, 1995).

La clorofila es capaz de disparar una reacción química cuando se encuentra asociada a proteínas inmersas en la membrana de los tilacoides de los cloroplastos o en las membranas plegadas que se encuentran en organismos procariontes fotosintéticos como cianobacterias y las proclorobacterias (Salisbury y Ross, 1994; Azcón- Bieto, 2000).

Tanto en las plantas superiores como en otros organismos la concentración de clorofila a es predominante sobre la de la clorofila b, que algunos autores la consideran como un pigmento accesorio.

Ambas clorofilas son componentes genuinos de las membranas fotosintéticas y aparecen en una proporción (a/b) de aproximadamente 3 a 1. Las condiciones de crecimiento y los factores ambientales pueden modificar esta proporción (Lichtenthaler, 1987).

La acumulación de clorofilas se detiene cuando las hojas jóvenes de *Euphorbia pulcherrima* empiezan a acumular antocianinas en condiciones de días cortos (Kannangara y Hansson, 1998).

Clorofila a: Presente en las membranas tilacoidales, se encuentra unida por tres enlaces no covalentes a moléculas de proteína. En conjunto, los pigmentos del cloroplasto representan cerca de la mitad del contenido lipídico en las membranas tilacoidales, mientras que la otra mitad está compuesta sobre todo por galactolípidos con pequeñas cantidad de fosfolípidos.

Este pigmento absorbe longitudes de onda violeta, azul, anaranjado-rojizo, rojo y pocas radiaciones de las longitudes de onda intermedias (verde-amarillo-anaranjado) (Salisbury y Ross, 1994).

Clorofila b: Es uno de los pigmentos accesorios como clorofila c,d y e, xantofilas y carotenos. Los pigmentos accesorios absorben energía que la clorofila a es incapaz de absorber. La clorofila b absorbe en el azul, rojo y en anaranjado del espectro. Actúan como pigmentos antena, conduciendo la energía que absorben hacia el centro de reacción (Azcón- Bieto, 2000).

b) Carotenoides

Los carotenoides al igual que las clorofilas y otros compuestos pertenecen al grupo de los lípidos isoprenoides. Los carotenoides son compuestos de cuarenta átomos de carbono (C_{40}) con una estructura principal lineal con grupos metilo laterales cada cuatro carbonos, donde los principales encontrados en el tejido vegetal son alfa-caroteno y 5 xantofilas: luteína, violaxantina, anteraxantina, zeaxantina y neoxantina (Azcón-Bieto, 2000; Fraser *et al.*, 2001).

La función fotosintética principal de los carotenoides es proteger al aparato fotosensible mediante mecanismos de disipación y extinción de energía. De modo alternativo, también tienen la función de ser pigmentos antena, sobre todo en el espectro de luz visible entre los 450 y 500 nm, en el cual las clorofilas tienen baja absorción (Salisbury y Ross, 1994).

Una función más de estos compuestos relacionada con el estrés, es el de la protección individual de los complejos pigmento- proteína (PPC) y del cloroplasto contra la foto-oxidación (Young y Britton, 1990). Tanto las clorofilas como los carotenoides poseen en su estructura sistemas de dobles enlaces conjugados. La presencia de estos sistemas es lo que confiere a estos pigmentos su capacidad para absorber luz visible, donde el espectro de absorción de los carotenoides está localizado (según la especie química concreta) entre los 400 y 550 nm (Azcón-Bieto, 2000).

c) Antocianinas

Pertenece a un grupo de compuestos conocidos como flavonoides (Harborne, 1994; Kong *et al.*, 2003). En muchas flores así como en la nochebuena, son los pigmentos principales responsables de su coloración. La antocianinas generalmente se encuentran como glucósidos, es decir, se pueden hidrolizar por la acción de enzimas o de ácidos en uno o más azúcares y en otra proporción de diferente naturaleza llamada aglicón o antocianidina (Salisbury y Ross, 1994).

Existen varios tipos de antocianinas, por el método de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), en nochebuena se han identificado algunas como la cianidin 3-galactosida, cianidin 3-glucosida, cianidin 3-rutinosida y pelargonidina. Dentro de los flavonoides se identifican el 3-rhamnosilgalactósido, 3-rhamnosilglucósido, 3-rhamnósido de quercitina y kaempferol (Asen, 1979). Tanto la cianidina como la pelargonidina se

encuentran en las brácteas y en follaje verde-rojizo de la nochebuena (Banerji y Sharma, 1979).

Las brácteas de los cultivares blancos carecen de antocianidinas, pero tienen más flavonoles que los cultivares rojos. Las hojas de la mayor parte de los cultivares de nochebuena producen solo pequeñas cantidades de antocianina en la epidermis del peciolo (Stewart *et al.*, 1980).

Las tonalidades que presenten las antocianinas dependen de su estructura química, así como el pH del medio en que se encuentren y su interacción con algunas sales; debido a estas propiedades y a la presencia común de más de una antocianina existe una amplia variación en los matices de las flores.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

El experimento se realizó en el municipio de Texcoco específicamente en la entidad de Tequexquahuac; se localiza en la parte Oriente del Estado de México y forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México, pertenece a la Región XI Texcoco; se encuentra en una latitud promedio de 2,246 m.s.n.m. y ocupa una superficie 418.69 Kilómetros cuadrados; sus coordenadas son Longitud 98° 52' 52" y Latitud 19°30'45" (IGECEM, Nomenclator de Localidades 2008) (Figura 4).

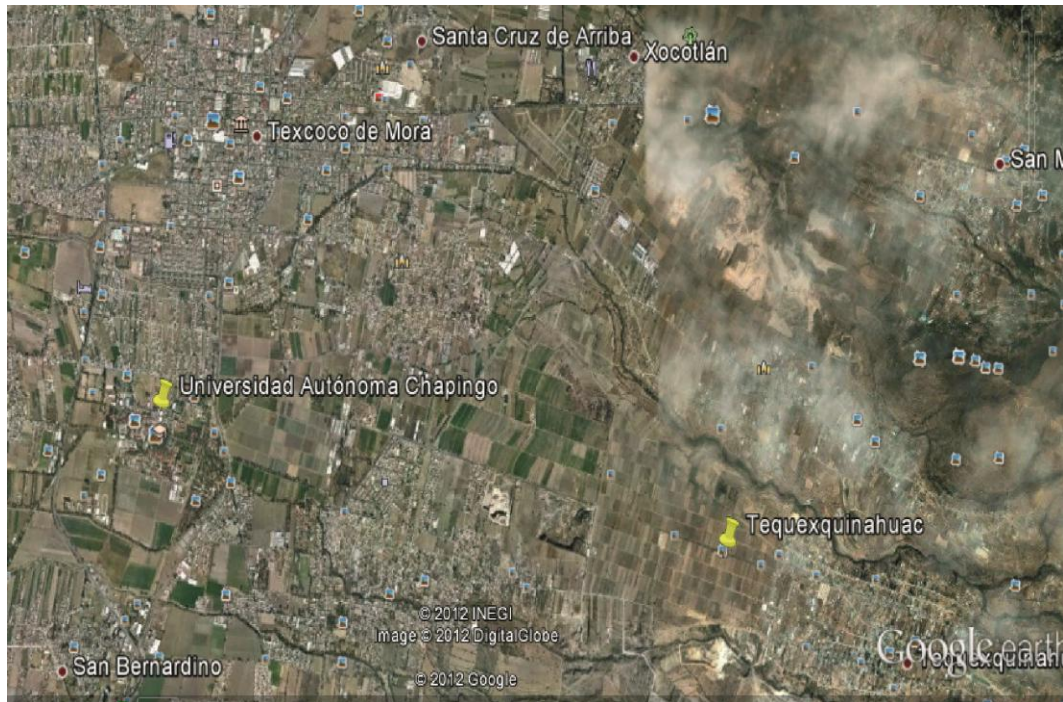


Figura 4. Mapa del área de estudio (Google earth, 2012).

5. 2 Diseño experimental

Se estableció un diseño de Bloques Completamente al Azar con tres tratamientos, cuatro bloques, dos variedades a evaluar y cinco repeticiones, la unidad experimental empleada fue un contenedor de siete pulgadas, con una planta cada contenedor (Figura 5). Con un total de 120 plantas de flor de nochebuena.



Figura 5. Experimento establecido en el diseño de bloques completamente al azar (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

5. 3 Material vegetal

Se evaluaron dos variedades en el experimento, 'Nutcracker White' y 'Twin Monet' (Figura 6). Las características morfológicas iniciales de las plantas se muestran en el (Cuadro 2).

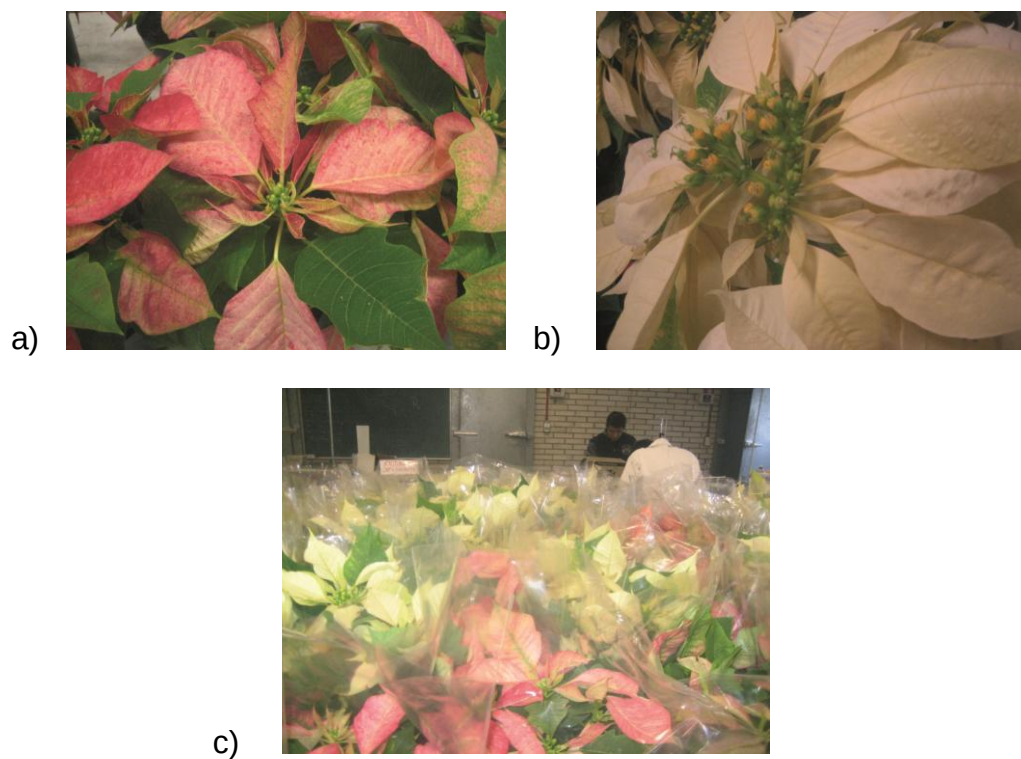


Figura 6. Cultivares de *Euphorbia pulcherrima*: a) 'Twin Monet', b) 'Nut Cracket White' y c) Fotografía de los dos cultivares en laboratorio (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

Cuadro 2. Descripción inicial de la flor de nochebuena y características generales 'Twin Monet' y 'Nutcracket White'.

	Twin Monet (cm)	Nutcracket White (cm)
Tamaño de la planta	23.68	19.10
Diámetro de tallo	1.00	1.00
Número de hojas	93.56	75.35
Número de brotes	9.73	8.83
Diámetro de copa	36.06	31.26

5. 4 Preparación de sustratos y llenado de las macetas

El sustrato final fue una mezcla de corteza de pino molida, hojarasca de encino molida y musgo de laguna o turba, cada uno de estos fueron composteados, en una relación 1:1:1. Las macetas fueron lavadas y desinfectadas antes de el llenado, se aforo el sustrato hasta la marca de la maceta de 7 pulgada, cada maceta tiene litro y medio de sustrato.

5. 5 Determinación de características física del sustrato

Se seco totalmente el sustrato una vez hecha la mezcla, se midió un volumen conocido de sustrato una vez conocido dicho volumen se colocó en un contenedor, se agregó agua a punto de saturación (punto de espejo), se midió el volumen de agua agregado, se promovió el drenado de este recipiente y se colecto el drenado obtenido, para posteriormente medir el volumen obtenido y a partir de estos datos obtenidos se hicieron las siguientes caracterizaciones:

$$\text{Retención de humedad} = \frac{\% \text{ de agua retenida}}{\text{Volumen de agua}} (100)$$

$$\text{Porosidad total} = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{Volumen de sustrato}} (100)$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Densidad de partícula}}{1 - \frac{PT}{100}}$$

$$\text{Densidad de partícula} = \frac{\text{Peso de sustrato}}{\text{Volumen de maceta}}$$

5. 6 Determinación de características químicas del sustrato

a) pH y conductividad eléctrica

Para la determinación de estas características, se pesaron 2 gramos de sustrato seco y se le agrego 10 ml de agua, se espero a que se humedeciera perfectamente durante quince minutos para hacer las determinaciones con el potenciómetro obteniendo una conductividad de 500mS y un pH de 5.88.

5. 7 Manejo de las plantas

Los esquejes llegaron el día quince de julio del 2011, dejando que se aclimataran los esquejes para su posterior trasplante a las macetas definitivas para el establecimiento del cultivo.

5. 8 Trasplante

Una vez llenas las macetas se trasplantaron los esquejes enraizados de sus contenedores a las macetas recién llenas con el sustrato. Al sustrato que contenían las macetas, se realizó un hueco a modo que entrara perfectamente el cepellón de los esquejes y que estos quedaran lo más centrado posible. El trasplante se realizó el treinta de julio del 2011.

5. 9 Pinchado

Se realizó solo un pinchado en todo el ciclo, se llevó a cabo el día quince de agosto, dos semanas después de realizado el transplante. Una vez que se estableció el cultivo, después de un mes se acomodo el experimento para el inicio de la fertilización.

5. 10 Caracterización de la calidad de planta

Estos datos fueron tomados dos meses después de haberse establecido la planta antes de la aplicación de los tratamientos, se tomaron en cuenta las sesenta plantas de cada una de las variedades para la caracterización, los datos que se cuantificaron fueron el tamaño de la planta, diámetro de copa, número de hojas, diámetro de brotes y número de brotes.

5. 11 Fertilización

Se comenzó a aplicar solución nutritiva un mes y medio después del pinchado a partir de que el cultivo ya estaba establecido. Las concentraciones requeridas de la solución nutritiva se plantearon de la siguiente manera de acuerdo a las concentraciones ideales para el cultivo. Se empleo la fórmula que el productor aplica a sus cultivos de nochebuena, esta fórmula está basada en los requerimientos de la planta, se requería probar su funcionamiento llevando esta a un nivel de relación más alto y otro más bajo. Durante el ciclo de la Nochebuena, las cantidades de fuentes de nutrientes se manejaron de acuerdo a la relación Nitrógeno-Potasio, se obtuvieron de acuerdo a las necesidades de las plantas (las cantidades están expresadas en 500 L que es el número de litros total del recipiente en el que estaban contenidas las tres soluciones nutritivas) (Figura 7) (Cuadro 3):



Figura 7. Sistema de riego (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

Cuadro 3. Descripción de las relaciones obtenidas para la solución nutritiva en 500 L de solución.

Compuestos	Relación 1:1 (Solución 1)	Relación 2:1 (Solución 2)	Relación 3:1 (Solución 3)
KNO ₃ (gr)	250	250	250
Ca (NO ₃) (gr)	405	500	1600
H ₃ PO ₄ (ml)	75	75	75
EM (gr)	125	125	125

Formulas utilizadas: Nitrato de potasio (KNO₃), Nitrato de calcio (Ca (NO₃)), Acido fosfórico (H₃PO₄) y compuestos agregados en menor cantidad (EM).

5. 12 Tratamientos

Se utilizó un sustrato, dos variedades de Nochebuena y, tres soluciones nutritivas, obteniendo los siguientes tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación 1 (relación 1:1 N y K respectivamente); Relación 2 (relación 2:1 N y K respectivamente); Relación 3 (relación 3:1 N y K respectivamente).

Sustrato	Variedad	Relación
Corteza de pino+ turba+ hoja de encino	Twin Monet Nutcracket white	1: 207.5 mg L ⁻¹ N, 40.32 mg L ⁻¹ P, 193 mg L ⁻¹ K 2: 415 mg L ⁻¹ N, 40.32 mg L ⁻¹ P, 193 mg L ⁻¹ K 3: 622. 5 mg L ⁻¹ N, 40.32 mg L ⁻¹ P, 193 mg L ⁻¹ K

5. 13 Riego

La cantidad y la calidad de agua son muy importantes. El riego fue constante, se rego diario mediante estacas de acuerdo a la retención de humedad que presento el sustrato. Se obtuvo un gasto de 320 ml, se tomaron cuatro horas diferentes de arranque para el riego, con dos minutos de gasto para cada uno de los arranques, los horarios de riego fueron, 10:00, 13:00, 15:00 y 17:00 que fueron los horarios en los que las plantas necesitaban ser regadas.

5. 14 Iluminación

Para inducir la pigmentación de las brácteas se cubrió el cultivo con plástico de color negro de calibre 600, la fecha de inicio de la inducción de la pigmentación fue el día 7 de octubre y hasta el final del ciclo de producción, el horario fue de 18:00 a 08:00 horas (Figura 8).



Figura 8. Tapado de cultivo para inducción de floración (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

5.16 Variables respuesta

5. 16. 1 Variables morfológicas

Semanalmente se midieron las siguientes variables, después de la primera semana de fertilización:

- Altura de la planta

Se midió desde la base del cuello de la planta hasta el ápice del brote principal, siempre se midió con una cinta métrica expresado en cm, con la misma orientación.

- Diámetro del tallo

Se tomo el diámetro del tallo por debajo del primer brote de la planta, esta medición se hizo con la ayuda de un vernier y se expreso en cm.

- Diámetro de copa, diámetro de inflorescencia principal y diámetro de flor del brote principal.

Se realizó con una regla y en dos sentidos Norte-Sur y Oriente-Poniente a cada uno de los extremos de los brotes finales que se encontraban en la orilla de cada una de las plantas con la orientación descrita.

Al final del ciclo de producción se cuantifico lo siguiente:

- Número de ramas por planta

Se contabilizó cada uno de los brotes que tenia la planta y se tomaron como ramas una vez que alcanzaron diez centímetros de largo.

- Número de hojas iniciales

Se tomo el número de hojas iniciales para la comparación al final del experimento con las hojas finales y para hacer la descripción inicial de cada una de las plantas.

- Número de hojas finales

Se contabilizo el número de hojas finales para determinar el crecimiento vegetativo de cada una de las plantas.

- Número de ciatos del brote principal

Se contabilizo cada uno de los ciatos presentes en cada uno de los brotes principales.

- Tamaño de entrenudos del brote principal

Se midieron los primeros tres entrenudos del cuello de la planta al ápice del brote principal, se midió de entrenudo a entrenudo con el vernier.

- Número de entrenudos del brote principal

Se contabilizo cada uno de los entrenudos del brote principal para cada una de las plantas montadas en el experimento.

- Número de brácteas coloradas por flor

Se contaron todas las brácteas por flor de cada una de las plantas al final del ciclo. Esta determinación se cuantifico con las dos plantas que se tomaron al azar para la determinación en laboratorio.

- Número de brácteas coloreadas por planta

Se contaron todas las brácteas por planta al final del ciclo, esta determinación se cuantifico con las dos plantas que se tomaron al azar para la determinación en el laboratorio.

Se seleccionaron dos plantas por tratamiento en cada uno de los bloques, a cada una de ellas se les cortaron todas las hojas y brácteas una vez que se

tomo el área foliar, se tomaron 5 hojas y 5 brácteas para extracción y cuantificación de clorofilas, carotenoides y antocianinas en hojas y brácteas.

5.16. 2 Área foliar, peso fresco y peso seco de la hoja

Se tomaron al azar dos plantas por tratamiento con cuatro repeticiones cada uno, en total se muestrearon seis plantas por tratamiento, a cada una se le cortaron todas las hojas y se midió el área foliar, con un integrador de área foliar LI-COR modelo LI-3100.

A estas mismas hojas se le determinaron peso fresco y peso seco mediante balanza granataría. Se seleccionaron cinco hojas para la determinación de clorofilas a, b y total, carotenos.

5.16. 3 Peso específico

A todas las hojas colectadas de cada una de las plantas se les determino el peso fresco por medio de una balanza y posteriormente se pondrán a la estufa para volver a pesar y así obtener el peso seco.

5.16. 4 Peso de Tallos y Raíces

Se cuantifico el peso en fresco y seco de tallos y raíces con balanza analítica (Figura 9).

5.16. 5 Tamaño y número de raíces

Se limpiaran las raíces para obtener el número y tamaño, por medio de una regla graduada en centímetros.



Figura 9. Procedimiento para peso, número y tamaño de raíces (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

5.16.6 Extracción y cuantificación de clorofilas en hojas y brácteas.

Para esta determinación se colectaron seis hojas por tratamiento y cada una tenía su repetición se llevó a cabo al final del ciclo de la flor de nochebuena, con la técnica descrita por Witham *et al.* (1971), se cuantificaron clorofila a, b y total.

El procedimiento consistió en pesar 0.1g de tejido fresco de la parte media de la hoja o bráctea, posteriormente se colocó en un mortero frío, se agregó aproximadamente 3ml de acetona al 80%, se molió se dejó reposar durante tres minutos, se transfirió a un tubo de ensaye, y se aforó a 10 ml. Se determinó la absorbencia a 645 y 663 nm en espectrofotómetro Spectronic 21D Milton Roy (Fig. 10 y 11).



Figura 10. Preparación del material vegetal para la extracción y cuantificación de pigmentos (corte de hojas y brácteas) (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).



Figura 11. Preparación del material vegetal para la extracción de cuantificación de pigmentos en hojas y brácteas (pesado, colocación en tubos de ensaye y lectura en el espectrofotómetro) (Fotografía: Luisa Dileri Cruz Esquivel, 2012).

La cantidad de clorofila presente en el extracto (en miligramos de clorofila por gramo de tejido fresco) se calculó de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ de tejido)} = 12.7 (A_{663}) - 2.69 (A_{645}) \times (V/1000 \times W)$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ de tejido)} = 22.9 (A_{645}) - 4.68 (A_{663}) \times (V/1000 \times W)$$

$$\text{Clorofila total (mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ de tejido)} = 20.2 (A_{645}) - 8.02 (A_{663}) \times (V/1000 \times W)$$

Donde:

A = Longitud de onda a la que se realizo la lectura.

V = Volumen final del extracto clorofila-acetona 80%

W = Peso fresco en gramos del tejido

5.16.7 Extracción y cuantificación de carotenoides en hojas y brácteas

Este pigmento se determinó a partir del extracto de clorofilas. La lectura se realizo a 470 nm en espectrofotómetro Spectronic 21D Milton Roy. La cantidad de carotenoides presentes en el extracto (en mg g^{-1} de tejido fresco) se calculo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{mg g}^{-1} \text{ carotenoides} = (1000 \times \text{lectura a 470 nm}) - (1.82 \text{ Ca}) - (85.02 \text{ Cb}) / 198$$

Donde:

Ca = contenido de clorofila a

Cb = contenido de clorofila b

5.16.8 Extracción y cuantificación de antocianinas en brácteas

Se utilizo el método de Kannangara y Hanson (1998), el cual consiste en lo siguiente: se peso un gramo de tejido fresco de las cinco brácteas colectadas se corto en pedazos cada una y se hizo una mezcla de estas, se macero el tejido en un mortero con nitrógeno liquido, se le adicionaron 10 ml de HCl 0.1

N, el extracto fue vertido a tubos de centrifuga de 16 ml previamente tapados con papel aluminio y se agito por 10 min. Se midió la absorbencia a 516 nm en un espectrofotómetro Spectronic 21D Milton Roy.

La cantidad de antocianinas totales presentes en el extracto se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$C = A \times V/e \times 100$$

Donde: C=Cantidad de antocianinas mg g⁻¹ de peso fresco

A= Lectura a 560 nm

V= Volumen de extracto (5 ml)

e= coeficiente de extinción (4.48)

5.17. Análisis estadístico

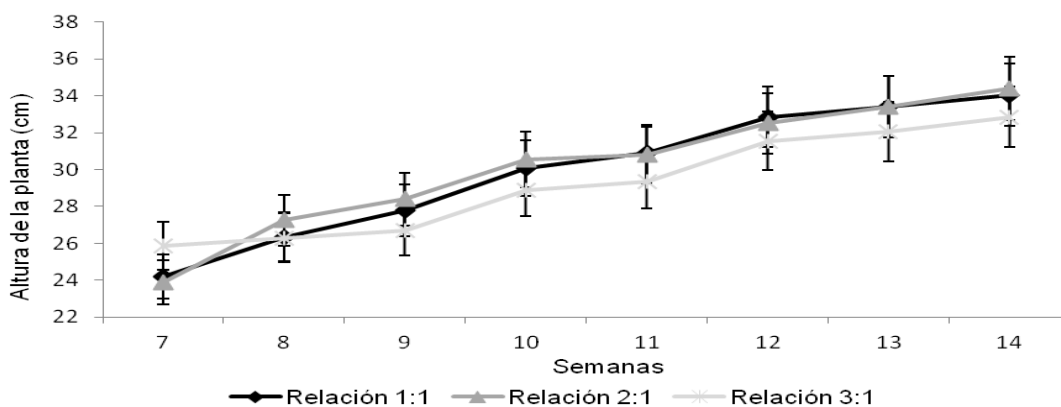
Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, con el procedimiento PROC GLM de SAS (2004). Cuando se detectó significancia estadística se aplicó adicionalmente la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 VARIEDAD 'TWIN MONET'

6.1.1 Comportamiento del desarrollo de la altura de la planta

Los valores de altura de la planta durante el ciclo del cultivo en los tres tratamientos del cultivar 'Twin Monet' tuvieron un crecimiento similar (Figura 12). Las plantas a las que se les aplicó la relación 3:1 presentaron menor altura, respecto a las que se les aplicó la relación 2:1 y 1:1.



Relación 1 = 207.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 2 = 415 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 3 = 622.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K.

Figura 12. Altura de planta de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

Se incrementó la altura inicial a la final en un 27.07% para la relación 3:1, la relación 1:1 en 40.70% y la relación 2:1 en 43.93 %.

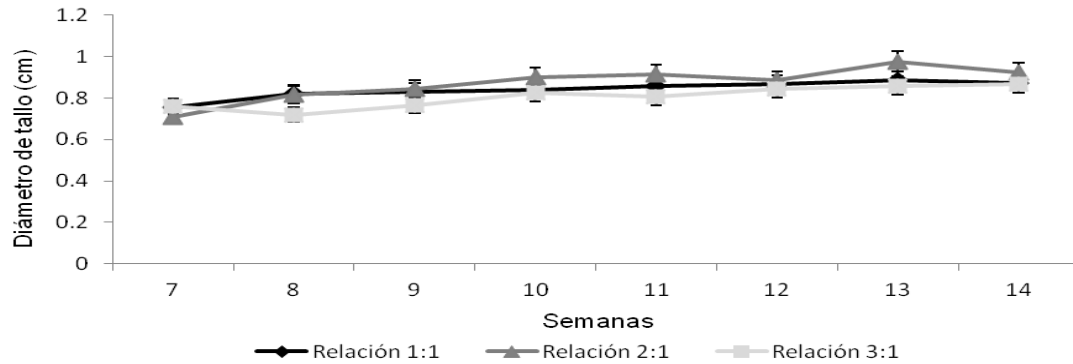
La altura final se incremento en 27.07 % para la relación 3:1 provoco un menor incremento durante la etapa de crecimiento, por el contrario la relación 2:1 y 1:1 fueron las que mayor aumento vegetativo obtuvieron.

Fisher *et al.* (1996) Encontró que el modelo matemático de representación del crecimiento y desarrollo de nochebuena cultivar “Freedom” menciona que se presentan tres fases, la primera se caracteriza por un incremento exponencial, la segunda fase es donde la elongación muestra un comportamiento cercano a la linealidad y en la etapa tres nuestra una etapa de meseta en el cual la etapa de elongación se mantiene constante.

Debido a que el inicio de la fertilización se dio una semana antes de que fuera tapado el cultivo, el crecimiento de las plantas pudo ser afectado por la inducción de la floración ya que no se observa una meseta que determine la constancia en la altura de la planta. Las diferencias de las medias no fueron significativamente diferentes.

6.1.2 Comportamiento del desarrollo del diámetro de tallo

Se observa que el incremento en el grosor del tallo aumento para las tres relaciones, la solución 2 muestra mayor incremento del grosor del tallo, se tiene los siguientes datos para esta solución de 0.710 a 0.925 mm y fue la que presentó mayor diámetro de tallo (Figura 13).



Solución 1= 207.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Solución 2= 415 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Solución 3= 622.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K.

Figura 13. Diámetro de tallo de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

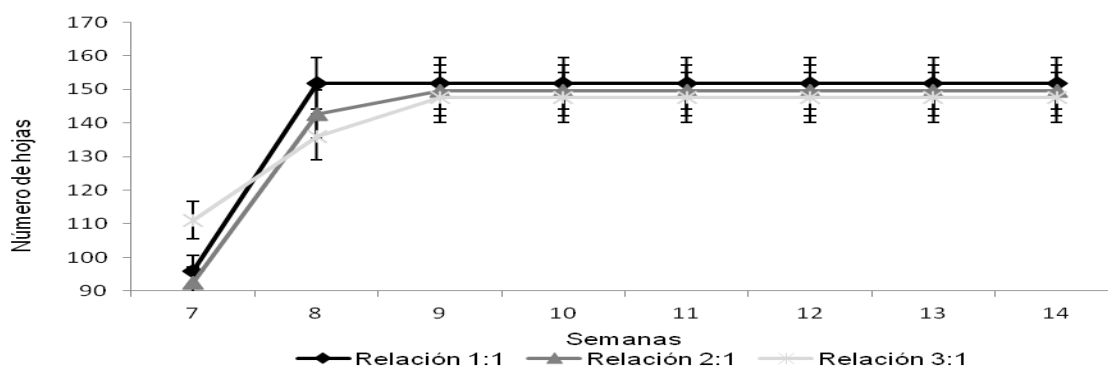
Los datos reportados por Rosas-Ramos (2005), muestran mayor diámetro para las dosis 400 y 500 mg L⁻¹ de N con grosores de 1.66 y 1.68 respectivamente, en cuanto a la relación 1:1 que tuvo un grosor inicial de 0.755 a 0.868 cm y la solución 3 de 0.76 a 0.868 cm. Incrementándose en un 30.28 % el diámetro de tallo de la relación 2:1, 14.96 % aumento el diámetro del tallo de la relación 1:1 y 14.21 % aumento el diámetro del tallo de la relación 3:1.

6.1.3 Comportamiento del desarrollo del número de hojas

En cuanto a número de hojas se obtuvo mayor número en las plantas que se desarrollaron en la relación 1:1 con 151.8 hojas al inicio del experimento contaba con un promedio de 95.85 hojas, lo que significa un incremento de 58.37 %, la relación 2:1 incremento en un 61.91 %, en cuanto a la relación 3:1

incrementó en un 32.89 % (Figura 14). Rosas-Ramos (2005) reportó valores más altos para número de hojas, con 100, 200, 300 mg L⁻¹ de N con 46.7, 50.3 y 43.7, por otra parte en aplicaciones elevadas de nitrógeno 400 y 500 mg L⁻¹ desarrollaron pocos brotes y hojas. Se observó mayor incremento en plantas establecidas en la relación 1:1 con una concentración de 207.5 mg L⁻¹ N y la que tuvo un menor incremento fue la relación 3:1 que tiene 622.25 mg L⁻¹ N.

En cuanto al número de hojas se observó que una semana después de iniciado el tratamiento de tenían hojas nuevas y después de la segunda semana se mantuvo constante el número de hojas para cada tratamiento, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

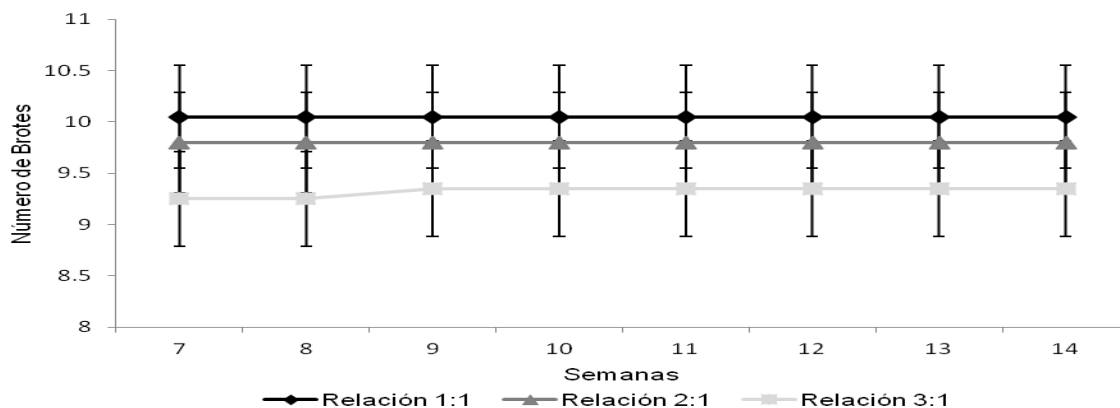


Relación 1= 207.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 2 = 415 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 3= 622.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K.

Figura 14. Número de hojas de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

6.1.4 Comportamiento del desarrollo del número de brotes

El número de brotes se mantiene constante, la solución 1 presentó el mayor número de brotes, todas las relaciones al finalizar el ciclo tuvieron el mismo número de brotes que al inicio, por lo tanto no se tiene ningún incremento para ninguno de los tratamientos (Figura 15).



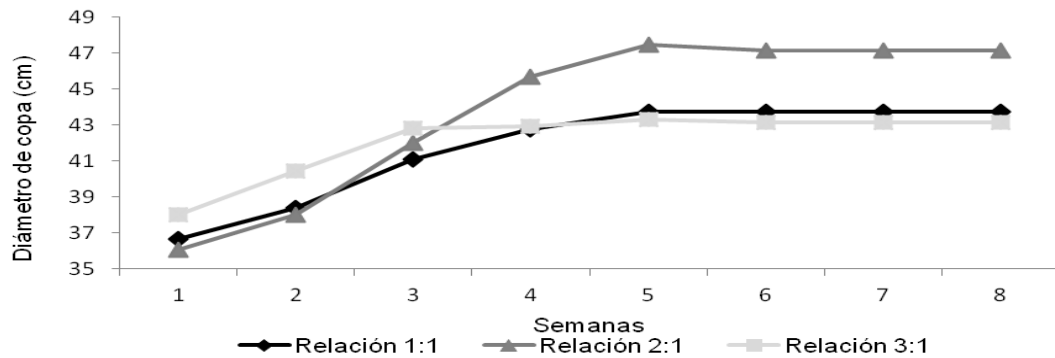
Relación 1= 207.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 2= 415 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 3= 622.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K.

Figura 15. Número de brotes de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

6.1.5 Comportamiento del desarrollo del diámetro de copa

En cuanto al diámetro de copa en la variedad 'Twin Monet', se observó el mayor diámetro de copa cuando se aplicó la relación 2:1 con un diámetro inicial de 36.1 y uno final de 47.14, con un incremento del 30.58 %, para la solución 1 se

tuvo un diámetro inicial de 36.66 y uno final de 43.75, incrementándose 19.33%, en cuanto a la relación 3 fue la que menor diámetro de copa tiene, inicialmente tiene 36.1 aumentando su diámetro a 47.14, teniendo un incremento del 23.41% (Figura 16). Lo anterior indica que la solución 2 es la más adecuada para la calidad en la flor de nochebuena.



Relación 1= 207.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 2= 415 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 3= 622.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K.

Figura 16. Diámetro de copa de la flor de nochebuena 'Twin Monet' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

6.1.6 Altura de la planta

En este trabajo se encontró que durante el tiempo de fertilización que fueron 60 días; la altura que alcanzaron las plantas fue: Relación 1:1 = 32.25, Relación 2:1 = 31.75 y Relación 3:1 = 30.25 cm para la variedad 'Twin Monet' (Cuadro 5), lo que nos indica que para la obtención de una planta de una buena calidad respecto a la altura de la planta se necesitan dosis de fertilización de 207.5 mg L⁻¹ N, ya que estadísticamente las soluciones no fueron diferentes, se piensa

que no es necesario adicionar una mayor concentración en la solución si se puede tener la misma altura y con la misma calidad (Cuadro 5).

6.1.7 Diámetro de tallo

En cuanto a los resultados encontrados para el diámetro de tallo se tiene que la relación 2:1 fue la que presento un mayor diámetro con un diámetro de 0.915 cm y para la relación 1:1 y 3:1 se encontró que sus diámetros son iguales, los datos reportados en el trabajo de (Rosas-Ramos, 2005) los mayores diámetros encontrados fue para las dosis 400 y 500 mg L⁻¹ de N con grosores de 1.66 y 1.68 respectivamente, se puede observar que la relación 2:1 es la que tuvo una mejor respuesta para incrementar el grosor del tallo se tiene una diferencia entre la relación 2:1 y las relaciones 1:1 y 3:1 de 8.42% lo que demuestra que la diferencia no es significativamente diferente y por lo tanto se puede tener una buena calidad en la flor de nochebuena con una relación baja de N:K (Cuadro 5).

6.1.8 Diámetro de copa

El diámetro de la copa es otra variable que es muy importante para la comercialización de la flor de nochebuena. Se encontró que la relación 2:1 es la que mayor diámetro de copa obtuvo con 42.975 cm que es la de mediana dosis de N tiene con 415 mg L⁻¹, para la dosis 622.5 mg L⁻¹ de N que es la relación 3:1 se obtuvo un diámetro de copa de 41.450 cm y por último la que menor diámetro obtuvo fue la dosis 207.5 mg L⁻¹ que es la relación 1:1 se

obtuvo 40.575 cm (Cuadro 5). Siendo la diferencia de estas en porcentaje de 1.48% de diferencia entre la relación 2:1 y 3:1, en cuanto a las relaciones 2:1 y 1:1 se obtuvo 3.56% y la diferencia entre las relaciones 3:1 y 1:1 es de 2.40%.

Cuadro 5. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en la altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de copa, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.

Relación	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Diámetro de copa (cm)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	32.2500 a	0.87000 a	40.575 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	31.7500 a	0.91500 a	42.075 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	30.2500 a	0.87000 a	41.450 a
DMS	2.0579	.0819	3.2147
CV	8.594	12.143	10.197

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.1.9 Diámetro de la inflorescencia principal

Para esta variable se observó que la relación con un mayor diámetro de inflorescencia fue la 1:1 con una diámetro de 24.95 cm, seguida de la relación 3:1 con un diámetro de 24.65 cm habiendo una diferencia porcentual de estas en un 1.20 %, respecto a la relación 2:1 se obtuvo un diámetro de 24.325 cm, con una diferencia porcentual de 2.5 % con la relación 1:1 y con la relación 3:1 fue de 1.31 %, lo que nos indica que el diámetro de la inflorescencia numéricamente tiene un mayor diámetro para la relación 1:1 (Cuadro 6).

6.1.10 Diámetro de la flor del brote principal

En cuanto al diámetro de la flor del brote principal la relación 1:1 fue la que obtuvo un mayor diámetro con 3.6 cm, seguida de la relación 2:1 con 3.35 cm

de diámetro, habiendo una diferencia porcentual del 6.94 % entre ellas, respecto a la relación 3:1 se obtuvo 3.175 cm de diámetro, con una diferencia porcentual de 11.80 % con la relación 1:1 y con la relación 2:1 de 5.22 %, lo que nos indica que el diámetro de la inflorescencia numéricamente tiene un mayor diámetro para la relación 1:1 (Cuadro 6).

6.1.11Tamaño de entrenudos

El tamaño de entrenudos la relación 1:1 obtuvo un mayor tamaño con 3.7435 cm, seguida de la relación 2:1 con 3.56 cm de tamaño, habiendo una diferencia porcentual del 4.90 % entre ellas, respecto a la relación 3:1 se obtuvo 3.401 cm de diámetro, con una diferencia porcentual de 9.14 % con la relación 1:1 y con la relación 2:1 fue de 4.46 %, lo que nos indica que el diámetro de la inflorescencia numéricamente tiene un mayor diámetro para la relación 1:1 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en el diámetro de inflorescencia principal, diámetro de flor del brote principal y tamaño de entrenudos, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.

Relación	Diámetro de inflorescencia principal(cm)	Diámetro de la flor del brote principal (cm)	Tamaño de entrenudos (cm)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	24.9500 a	3.6000 a	3.7435 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	24.3250 a	3.3500 a	3.5600 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	24.6500 a	3.1750 a	3.4010 a
DMS	2.155	0.8208	0.4787
CV	11.475	31.912	17.603

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.1.12 Tamaño de raíz

La raíz que presentó mayor tamaño fue de 9.667cm para las plantas fertilizadas con la relación 3:1, la relación 1:1 obtuvo un tamaño de raíz de 8.5 cm y por último relación 2:1 fue la que menor tamaño obtuvo con 8.15 cm, numéricamente se obtuvo que la diferencia entre la relación 3:1 y 1:1 fue de 12.07 %, la diferencia entre la relación 2:1 con la 3:1 fue 15.69 % y con la 1:1 es del 4.11% (Cuadro 7).

6.1.13 Tamaño del brote principal

El tamaño del brote que presentó un mayor tamaño fue de 22.516 cm para la relación 2:1, la relación 1:1 obtuvo un tamaño de raíz de 21.617 cm y por último la relación 3:1 fue la que menor tamaño obtuvo con 20.26 cm, numéricamente se obtuvo que la diferencia entre las alturas de la relación 2:1 y 1:1 fue de 3.99 % y la relación 3:1 que obtuvo un menor tamaño con la relación de 2:1 y 1:1 obtuvo una diferencia de 10.01 y 6.27 % respectivamente (Cuadro 7).

6.1.14 Peso seco y peso fresco del tallo

La relación 3:1 fue la que obtuvo una mayor peso seco del tallo se tiene 12.438 g, seguida de la relación 2:1 que obtuvo 10.83 g con una diferencia numérica entre estas del 12.92 % en cuanto a la relación 1:1 se obtuvo un peso seco de 8.52 g con una diferencia de 31.50 % con el peso obtenido para la relación 3:1 y para la relación 1:1 se obtuvo una diferencia del 21.32 % (Cuadro 7). En cuanto al peso fresco del tallo la relación 2:1 obtuvo el mayor peso fresco con 52.81 g, seguido de 52.2 g que fue el valor obtenido para la relación 3:1,

habiendo una diferencia de 1.15 %, respecto a la dosis que obtuvo un menor peso fresco de tallo fue la relación 1:1 obteniendo un valor de 43.75 g y con una diferencia entre la relación 2:1 en cuanto al peso fresco de tallo de 17.15 % y una diferencia entre la relación 3:1 de 16.18% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en tamaño de raíz, tamaño de brácteas del brote principal, peso seco tallo y peso fresco tallo, en plantas de nochebuena ‘Twin Monet’.

Relación N:K	Tamaño de raíz (cm)	Tamaño del brote principal (cm)	Peso seco del tallo (g)	Peso fresco del tallo (g)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	8.500 a	21.617 a	8.525 a	43.750 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	8.125 a	22.516 a	10.838 a	52.813 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	9.667 a	20.260 a	12.438 a	52.200 a
DMS	5.2117	4.17	5.696	11.881
CV	46.60	15.22	42.11	18.77

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.1.15 Peso seco y peso fresco de brácteas -----

La relación 3:1 un mayor peso seco de brácteas se tiene un valor de 9.825 g, seguida de la relación 2:1 que obtuvo 8.088 g con una diferencia numérica entre estos de 17.67 % en cuanto a la relación 1:1 se obtuvo un peso seco de 7.738 g con una diferencia de 21.24 % con el peso obtenido para la relación 3:1 y para la relación 2:1 se obtuvo una diferencia del 4.23 % (Cuadro 8). En cuanto al peso fresco de las brácteas la relación 2:1 obtuvo el mayor peso fresco con 57.138 g, seguido de 55.563 g que fue el valor obtenido para la relación 3, habiendo una diferencia de 2.75 %, respecto a la relación 1:1 que obtuvo un menor peso fresco de tallo obteniendo un valor de 52.75 g y con una

diferencia entre la relación 2:1 de 7.67 % y una diferencia entre relación 3:1 de 5.06 % (Cuadro 8).

6.1.16 Peso seco y peso fresco de raíz

En cuanto al peso fresco de las brácteas la relación 2:1 obtuvo el mayor seco con 7.71 g, seguido de 6.63 g que fue el valor obtenido para la relación 3:1, habiendo una diferencia de 14 %, respecto a la relación 1:1 que obtuvo un menor peso fresco de tallo obteniendo un valor de 6.41 g y con una diferencia entre la relación 2:1 de 16.86 % y una diferencia entre la relación 3:1 de 3.31 % (Cuadro 8).

En cuanto al peso fresco de raíz la relación 2:1 obtuvo el mayor peso fresco con 53.38 g, seguido de 47.01 g que fue el valor obtenido para la relación 3:1, habiendo una diferencia de 11.93 %, respecto a la dosis que obtuvo un menor peso fresco de tallo fue la relación 1:1 obteniendo un valor de 45.36 g y con una diferencia entre la relación 2:1 de 15.02 % y una diferencia entre la relación 3:1 de 3.09 % (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en peso seco brácteas, peso fresco brácteas, peso seco raíz y peso fresco raíz, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.

Relación N:K	Peso seco brácteas (g)	Peso fresco brácteas (g)	Peso seco raíz (g)	Peso fresco raíz (g)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	7.738 a	52.750 a	6.4125 a	45.363 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	8.088 a	57.138 a	7.7125 a	53.388 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	9.825 a	55.563 a	6.6375 a	47.013 a
DMS	4.1546	9.3693	1.468	8.2589
CV	38.07	13.31	16.62	13.32

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.1.17 Área foliar, Peso seco, Peso fresco y Peso específico

Para el área foliar se obtuvo que la relación 2:1 obtuvo una mayor área foliar presento con 2081.9 cm^2 , en comparación con la relación 1:1 que fue la que menos área foliar obtuvo, por ende se ve reflejado en el peso seco y peso fresco de las hojas, se encontró que la relación 1:1 en peso seco es diferente a la relación 2:1 y 3:1. En cuanto al peso fresco se observo el mismo comportamiento que el peso seco (Cuadro 9).

Se observa que el peso fresco fue mayor en la relación 2:1 que tiene 415 mg L^{-1} de N lo que favoreció el crecimiento de las plantas para este tratamiento y se ve reflejado en el peso total de la hojas siendo esta relación la que presenta un mayor peso fresco, la relación 1:1 con 207 mg L^{-1} de N mostro el menor peso fresco; lo que indica que en cuestión de madurez de las hojas y tamaño para la calidad de la planta la muestra la relación 2:1.

Entre el peso seco no se muestran diferencias significativas entre las relaciones 2:1 y 3:1, la relación 1:1 si mostro una diferencia significativa y fue la que menos peso seco obtuvo las evaluaciones hechas por Rosas-Ramos (2005) los tratamientos con 300 y 400 mg L^{-1} de N representaron los valores más altos con 9.6 y 9.4 g respectivamente. En cuanto al peso específico se muestran los resultados de la relación peso seco y área foliar total por planta que fue evaluada al final del ciclo del cultivo, que a mayor área foliar y mayor peso seco se obtiene un mayor peso específico la relación 2:1 mostro una diferencia

significativa lo que podría representar un mayor vigor en las hojas de las plantas tratadas con relación 2:1 y un mayor tamaño. Para los datos evaluados por Rosas-Ramos (2005), los tratamientos con 300 y 400 mg L⁻¹ de N presentaron los mayores valores con 3.16 mg cm⁻², para ambos valores (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en el área foliar, pesos seco, peso fresco y peso específico, en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.

Relación N:K	Área foliar (cm ²)	Peso Seco (g)	Peso Fresco (g)	Peso específico (mg cm ⁻²)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	1563.3 a	4.7250 b	31.075 b	0.0028571 b
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	2081.9 a	8.1500 a	43.400 a	0.0041097 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	2030.8 a	7.7250 a	40.250 a	0.0039013 ab
DMS	567.39	2.3439	10.21	0.0012
CV	11.475	31.912	17.603	26.21

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.1.18 Pigmentos

a) Clorofilas y carotenos en hojas

Para clorofila a, se encontró mayor concentración de pigmentos en las plantas tratadas con la relación 3:1 de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.49 mg g⁻¹ de tejido fresco, la relación 1:1 de menor concentración obtuvo un valor de 0.45 mg g⁻¹ de tejido fresco y para la menor concentración de pigmento fue la relación 2:1 con un valor de 0.44 mg g⁻¹ de peso fresco. En cuando a la clorofila b, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación 3:1 con un valor de 0.232 mg g⁻¹ de tejido fresco, la relación 1:1 obtuvo un valor de 0.229 mg g⁻¹ de tejido fresco y para la menor concentración

de pigmento fue la relación 2:1 de 415 mg L⁻¹ N con un valor de 0.218 mg L⁻¹ de tejido fresco. Para la concentración de clorofilas totales se obtuvo que la relación 1:1 obtuvo la mayor concentración de clorofilas totales con 0.0473 mg g⁻¹ de tejido fresco, seguido de la relación 2:1 con 0.043 mg g⁻¹ de tejido fresco y la que obtuvo un menor valor del clorofila total fue la relación 3:1 con 0.039 mg g⁻¹ de tejido fresco. Los valores obtenidos para carotenos fueron los siguientes 4.47, 4.48 y 4.37 mg g⁻¹ de tejido fresco de las relaciones 3:1, 2:1 y 1:1 respectivamente observando que la relación 3:1 es la que obtuvo una mayor concentración en la cantidad de carotenos encontrados (Cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto de diferentes relaciones nitrógeno-potasio en pigmentos de hojas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales y carotenos), en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.

Relación N:K	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	Carotenos
	mg g ⁻¹ de tejido fresco			
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.45699 a	0.22942 a	0.047364 a	4.3771 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.44016 a	0.21877 a	0.043759 a	4.4866 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.49077 a	0.23236 a	0.039029 a	4.4778 a
DMS	0.0735	0.0415	0.0188	0.8319
CV	22.93	26.43	62.67	27.02

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

b) Clorofilas, Carotenos y Antocianinas en Brácteas

Para las clorofilas a, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación 3:1 de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.189 mg g⁻¹ de tejido fresco, la relación 2:1 obtuvo un valor de 0.165 mg g⁻¹ de tejido fresco y para la menor concentración de pigmento fue la relación 1:1 con

un valor de 0.163 mg g⁻¹ de PF. En cuando a la clorofila b, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación 3:1 de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.202 mg g⁻¹ de PF, la relación 1:1 de menor concentración obtuvo un valor de 0.188 mg g⁻¹ de PF y para la menor concentración de pigmento fue la relación 2:1 con un valor de 0.183 mg g⁻¹ de PF. Para la concentración de clorofilas totales se obtuvo que la relación 3:1 obtuvo la mayor concentración de clorofilas totales con 0.171 mg g⁻¹ de PF, seguido de la relación 1:1 con 0.160 mg g⁻¹ de PF y la que obtuvo un menor valor del clorofila total fue la relación 2:1 con 0.156 mg g⁻¹ de PF. Los valores obtenidos para carotenos fueron los siguientes 3.715, 3.270 y 3.199 mg g⁻¹ de PF de las relaciones 3:1, 1:1 y 2:1 respectivamente observando que la dosis de mayor concentración que es la relación 3:1, es la que obtuvo una mayor concentración en la cantidad de carotenos encontrados (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en pigmentos de brácteas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales, carotenos y antocianinas), en plantas de nochebuena 'Twin Monet'.

Relación N:K	Clorofila			Carotenos	A
	A	b	total		
	mg g ⁻¹ de tejido fresco				
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.16357 a	0.18876 a	0.16072 a	3.2706 a	17.978 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.16509 a	0.18351 a	0.15607 a	3.1998 a	13.318 ab
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.18946 a	0.20230 a	0.17181 a	3.7155 a	11.361 b
DMS	0.0341	0.0463	0.0397	0.7057	6.339
CV	28.50	34.93	35.21	30.02	64.40

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

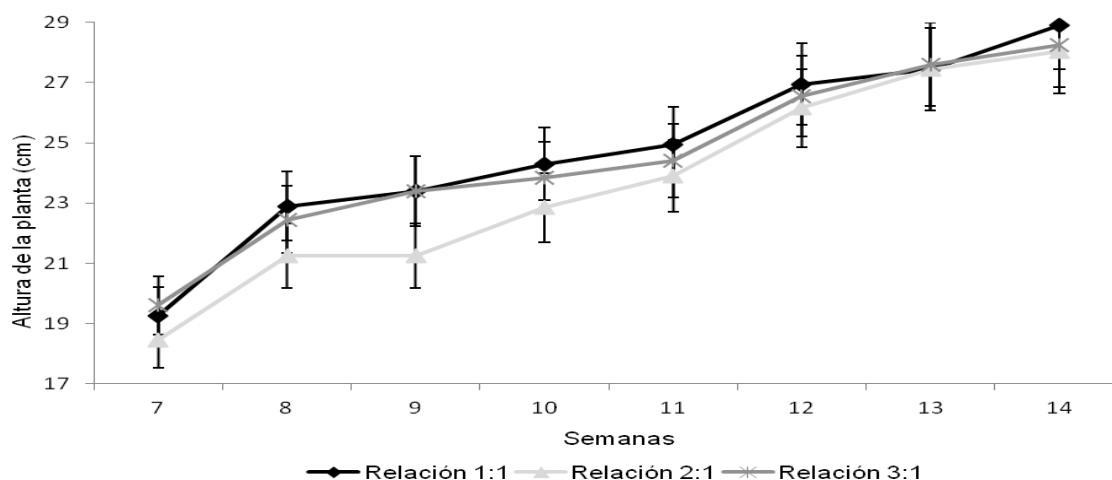
A= Antocianinas.

Para las antocianinas es posible observar que la relación 1:1 con una media de 17.978 mg g⁻¹ de PF tiene la misma letra con la relación 2:1 con una media 13.318 mg g⁻¹, en consecuencia, ambas medias no son significativamente diferentes. Por otro lado, la relación 2:1 tiene la misma letra que la relación 3:1, entonces las medias de ambos tratamientos son iguales. Pero las medias de las relaciones 1:1 y 3:1 no tienen letra igual, entonces dichas medias son estadísticamente diferentes.

6.2 VARIEDAD 'NUTCRACKET WHITE'

6.2.1 Comportamiento del desarrollo de la altura de la planta

Se muestran los valores de las variables obtenidas durante el ciclo del cultivo, las tres relaciones del cultivar 'Nutcracket White' tuvieron un crecimiento similar (Fig. 17). Aunque en la relación 3:1 se puede observar que las plantas utilizadas para esta relación al inicio del experimento presentaron una mayor altura que en las plantas utilizadas para la relación 1:1 y 2:1 y en la semana 8 se puede observar que la relación 2:1 con una concentración intermedia de 415 mg L⁻¹ de N es la que tiene un promedio de altura más bajo con 28.05 cm y la relación 1:1 y 3:1 tiene 28.9 y 28.25 cm de altura respectivamente. Incrementándose la altura de la relación 1 en 33.39 %, relación 2 en 34.22 % y relación 3 en 30.61 %.



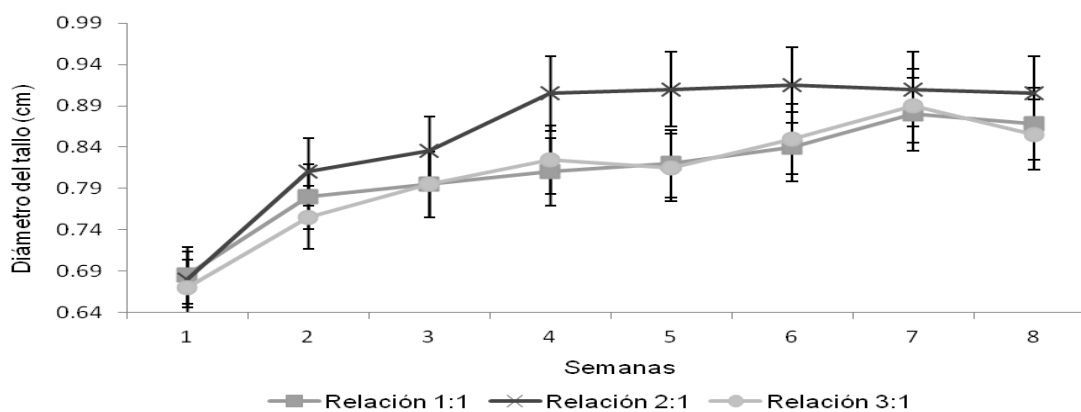
Relación 1:1= 207.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 2:1= 415 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K; Relación 3:1= 622.5 mg L⁻¹ N, 40.32 mg L⁻¹ P, 193 mg L⁻¹ K.

Figura 17. Altura de la planta de la flor de nochebuena 'Nutcracket White' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

Las diferencias encontradas para las alturas de obtenidas de cada una de las soluciones son: para la relación 1:1 y 3:1 respecto a las relación 2:1 es del 2.94 y 0.707 % respectivamente y la diferencia entre la relación 1:1 y 3:1 es de 2.24 %. La relación 1:1 fue la que obtuvo un menor incremento durante la etapa de crecimiento, por el contrario las relaciones 2:1 y 3:1, fueron las que mayor aumento vegetativo obtuvieron.

6.2.2 Comportamiento del desarrollo del diámetro de tallo

La gráfica muestra que hacia el final del ciclo el diámetro del tallo tiene una tendencia a disminuir para las tres relaciones (Fig. 18).



Relación 1:1= 207.5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Relación 2:1= 415 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Relación 3:1= 622. 5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P.

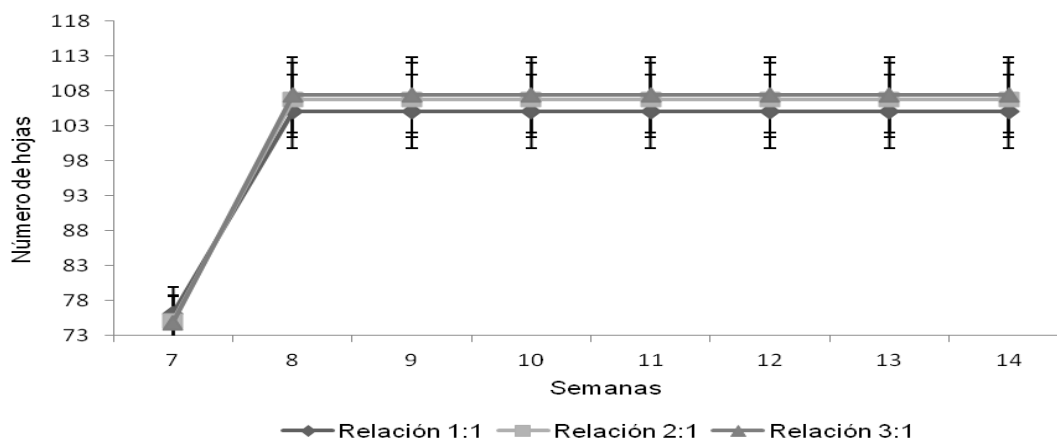
Figura 18. Diámetro de tallo de la flor de nochebuena 'Nutcracket White' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

Se encontró en la curva de crecimiento del diámetro del tallo de la variedad 'Nutcracket White', que la relación que presento mayor tamaño fue la relación 2:1 con un diámetro inicial de 0.68 a .905mm con un aumento del 33.08 %, la relación 1:1 y 3:1 tienen valores muy similares, los valores obtenidos para

relación 1:1 es 0.685 mm inicialmente de diámetro y al final del ciclo fue 0.8684 mm de diámetro con un aumento de 26.77 %, para la relación 3:1 inicialmente se tuvo un diámetro de 0.67 mm y al final el diámetro fue de .855 mm con un aumento de 27.61%.

6.2.3 Comportamiento del desarrollo del número de hojas

Los incrementos obtenidos de hojas desde el inicio al final de los tratamientos fueron los siguientes (Fig. 19): relación 1:1 inicialmente las plantas de este tratamiento tenían 76.15 hojas y al final se contabilizaron 105.1 hojas se obtuvo un incremento del 38.01 %, para la relación 2:1 se tiene inicialmente 75.05 hojas y a final de ciclo fueron 106.75 hojas con un incremento de 42.23 % y para la relación se obtuvieron los siguientes datos inicialmente tenía 74.85 hojas y al final tenía 107.45 hojas por lo tanto se incrementó 43.55 %.

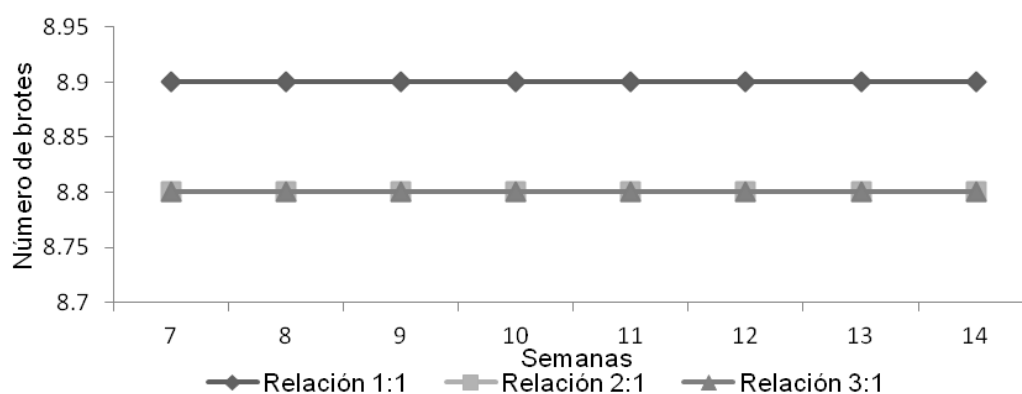


Relación 1:1= 207.5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Relación 2:1= 415 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Relación 3:1= 622.5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P.

Figura 19. Número de hojas de la flor de nochebuena 'Nutcracker White' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

6.2.4 Comportamiento del desarrollo del número de brotes

El número de brotes se mantuvo constante a lo largo del ciclo (Fig. 20), la relación 1:1 es la que muestra mayor número de brotes aunque estadísticamente no es significativo, se tiene que para esta relación inicialmente se contabilizaron 8.9 brotes por planta, relación 2:1 y relación 3:1 en promedio tienen el mismo número de brotes contabilizándose 8.8; por lo tanto para las tres relaciones no se vio un incremento durante el tiempo que duraron los tratamientos manteniéndose constante.



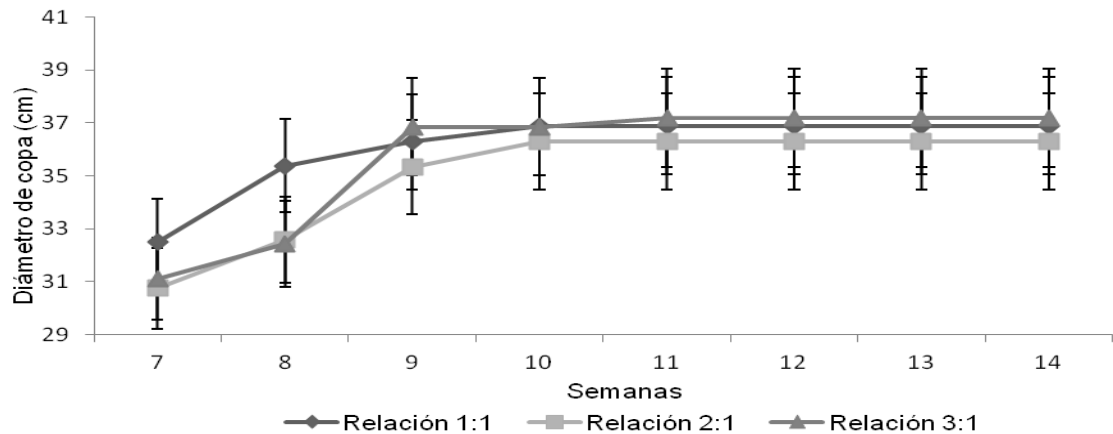
Solución 1= 207.5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Solución 2= 415 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Solución 3= 622.5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P.

Figura 20. Número de brotes de la flor de nochebuena 'Nutcracket White' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

6.2.5 Comportamiento del desarrollo del diámetro de copa

Para el diámetro la relación 3:1 es la que muestra un mayor diámetro de copa, el estudio estadístico muestra que no hay diferencias significativas entre las relaciones se tiene los siguientes valores para la relación 3:1 el diámetro inicial

es de 31.125 cm a 37.2 cm con un incremento de 19.51 % , para la relación 1:1 el diámetro de copa inicial es de 32.5 cm a 36.9 cm con un incremento de 13.53 %, para la relación 2:1 que fue la que obtuvo un menor tamaño en el diámetro de la copa se obtuvieron los siguientes datos inicialmente 30.75 cm y al final del ciclo 36.3 cm teniendo un incremento del 18.04 % (Fig. 21).



Solución 1= 207.5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Solución 2= 415 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P; Solución 3= 622. 5 mg L⁻¹ N, 193 mg L⁻¹ K, 40.32 mg L⁻¹ P.

Figura 21. Diámetro de copa de la flor de nochebuena 'Nutcrack White' con diferentes niveles de solución nutritiva durante ocho semanas de crecimiento.

6.2.6 Altura de la planta

Se encontró que la relación 3:1 obtuvo una mayor altura de planta seguida de la relación 2:1 y por último la relación 1:1, obteniendo los valores de 31, 30.85 y 30.7 cm respectivamente. Se observa que a una mayor concentración se pueden encontrar plantas de porte más alto (Cuadro 12).

6.2.7 Diámetro de tallo

En cuanto a los resultados encontrados para el diámetro de tallo se tiene que la relación 2:1 fue la que presentó un mayor diámetro con un diámetro de 0.91 cm y para la relación 1:1 y 3:1 se encontró que sus diámetros son 0.895 y 0.89 respectivamente. Los datos reportados en el trabajo de (Rosas-Ramos, 2005) los mayores diámetros encontrados fueron para las dosis 400 y 500 mg L⁻¹ de N con grosores de 1.66 y 1.68 respectivamente, se puede observar que en la relación 2:1 con una concentración de 415 mg L⁻¹ de N es la que tuvo una mejor respuesta para incrementar el grosor del tallo se tiene una diferencia entre las relación 2:1 y 1:1 de 1.64 % y la relación 2:1 y 3:1 de 5.49 % y entre la relación 1:1 y 3:1 de 3.91 %, lo que demuestra que la diferencia no es significativamente diferente y por lo tanto se puede tener una buena calidad en la flor de nochebuena con una dosis más baja que esta (Cuadro 12).

6.2.8 Diámetro de copa

Se encontró que la relación 2:1 es la que mayor diámetro de copa obtuvo con 41.15 cm que es la dosis de N que tiene una concentración de 415 mg L⁻¹, para la dosis 207.5 mg L⁻¹ de N que es la relación 1:1 se obtuvo un diámetro de copa de 40.875 cm y por último la que menor diámetro obtuvo fue la relación 3:1 con 40.65 cm, siendo la diferencia de estas en porcentaje de mayor a menor respectivamente 1.21 % de diferencia entre relación 2:1 y 3:1, para la diferencia entre la relación 2:1 y 1:1 se obtuvo 0.66 % y la diferencia entre 3:1 y 1:1 es de 0.55 % (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en la altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de copa, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.

Relación N:K	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Diámetro de copa(cm)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	30.7000 a	0.89500 a	40.875 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	30.8500 a	0.91000 a	41.150 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	31.0000 a	0.86000 a	40.650 a
DMS	2.1086	0.0896	2.5588
CV	8.96	13.22	8.21

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.2.9 Diámetro de la inflorescencia principal

Para esta variable se observó que la relación 1:1 presento un mayor diámetro de inflorescencia con una diámetro de 21.6 cm, seguida de la relación 2:1 con un diámetro de 21.125 cm habiendo una diferencia porcentual de estas en un 2.19 %, respecto a la relación 3:1 de concentración más alta 622.5 mg L⁻¹ de N se obtuvo un diámetro de 20.64 cm, con una diferencia porcentual de 4.44 y 2.29 % con la relación 1:1 y 2:1 respectivamente. Lo que nos indica que el diámetro de la inflorescencia numéricamente tiene un mayor diámetro para la menor dosis (Cuadro 13).

6.2.10 Diámetro de la flor del brote principal

En cuanto al diámetro de la flor del brote principal la relación que obtuvo un mayor diámetro fue la 1:1 con un concentración de 207.5 mg L⁻¹ de N con 3.05 cm, seguida de la relación 2:1 con 2.77 cm de diámetro, habiendo una diferencia porcentual del 9.18 % entre ellas, respecto a la relación 3:1 de

concentración más alta de 622.5 mg L^{-1} de N se obtuvo 2.7 cm de diámetro, con una diferencia porcentual de 11.47% con la relación 1:1 y con la relación 2:1 fue de 2.52% . Lo que nos indica que el diámetro de la flor del brote principal numéricamente tiene un mayor diámetro para la menor dosis (Cuadro 13).

6.2.11 Tamaño de entrenudos

En cuanto al tamaño de entrenudos la relación 3:1 obtuvo un mayor tamaño con 3.244 cm , seguida de la relación 1:1 con 3.202 cm de tamaño, habiendo una diferencia porcentual del 1.29% entre ellas, respecto a la relación 2:1 se obtuvo 3.109 cm de diámetro, con una diferencia porcentual de 2.9% con la relación 1:1 y con la relación 3:1 fue de 4.16% , lo que nos indica que el tamaño de los entrenudos es mayor para la relación de concentración más alta (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en el diámetro de inflorescencia principal, diámetro de flor del brote principal y tamaño de entrenudos, en plantas de nochebuena 'Nutcrack White'.

Relación N:K	Diámetro de inflorescencia principal(cm)	Diámetro de flor del brote principal (cm)	Tamaño de entrenudos (cm)
1:1 ($207.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ N} + 193 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}$)	21.600 a	3.0500 a	3.2020 a
2:1 ($415 \text{ mg L}^{-1} \text{ N} + 193 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}$)	21.125 a	2.7750 a	3.1090 a
3:1 ($622.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ N} + 193 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}$)	20.640 a	2.7000 a	3.2445 a
DMS	3.1934	0.7899	0.4988
CV	19.83	36.47	20.55

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.2.12 Tamaño de raíz

La raíz que presentó un mayor tamaño fue de 15.062 cm para la relación 2:1, la relación 3:1 obtuvo un tamaño de raíz de 12.250 cm y por último la relación 1:1 fue la que menor tamaño obtuvo con 12.104 cm, numéricamente se obtuvo que la diferencia entre la relación 3:1 y 2:1 de 18.66 %, y con la relación 1:1 fue de 19.63 % (Cuadro 14).

6.2.13 Tamaño del brote principal

El tamaño del brote que presento un mayor tamaño fue de 13.177 cm para la relación 3:1 con una concentración de 622.5 mg L^{-1} de N, la relación 1:1 obtuvo un tamaño de raíz de 12.978 cm y por último la relación 2:1 fue la que menor tamaño obtuvo con 12.807 cm, numéricamente se obtuvo que la diferencia entre las alturas de la relación 3:1 y 1:1 fue de 1.51 % y la relación 2:1 con la relación 3:1 y 1:1 obtuvo una diferencia de 2.8 y 1.31 % respectivamente (Cuadro 14).

6.2.14 Peso seco y peso fresco del tallo

La relación 2:1 fue la que obtuvo una mayor peso seco del tallo se tiene 8.875 g, seguida de la relación 3:1 que obtuvo 7.675 g con una diferencia numérica entre estos del 13.57 % en cuanto a la relación 1:1 se obtuvo un peso seco de 5.888 g con una diferencia de 33.65 % con el peso obtenido para la relación 2:1 y para la 6.2.relación 3:1 se obtuvo una diferencia del 23.28 % (Cuadro 14). En cuanto al peso fresco del tallo la relación 2:1 el mayor peso fresco con 36.888 g, seguido de 34.9 g que fue el valor obtenido para la relación 3:1, habiendo una diferencia de 5.38 %, respecto a la relación 1:1 obtuvo un menor

peso fresco de tallo con un valor de 32.375 g y con una diferencia entre la relación 2:1 de 12.23 % y una diferencia entre la relación 3:1 de 7.23 % (Cuadro 14).

Cuadro 14. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en tamaño de raíz, tamaño de brácteas del brote principal, peso seco tallo y peso fresco tallo, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.

Relación N:K	Tamaño de raíz (cm)	Tamaño del brote principal (brácteas) (cm)	Peso seco de tallo (cm)	Peso fresco de tallo (cm)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	12.104 a	12.978 a	5.888 a	32.375 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	15.062 a	12.807 a	8.875 a	36.888 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	12.250 a	13.177 a	7.675 a	34.900 a
DMS	7.8157	2.942	4.5579	11.42
CV	46.61	17.75	27.24	21.84

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.2.15 Peso seco y peso fresco de brácteas

La relación 1:1 obtuvo una mayor peso seco de brácteas se tiene un valor de 4.638 g, para la relación 3:1 obtuvo 3.413 g con una diferencia numérica entre estos de 26.41 % en cuanto a la relación 2:1 se obtuvo un peso seco de 2.925 g con una diferencia de 36.93 % con la relación 1:1 y en comparación con la relación 3:1 se obtuvo una diferencia del 14.29 % (Cuadro 15). En cuanto al peso fresco de las brácteas la relación 1:1 obtuvo el mayor peso fresco con 29.613 g, seguido de 25.938 g que fue el valor obtenido para la relación 3:1, habiendo una diferencia entre estas de 12.41 %, respecto a la relación 2:1 que obtuvo un menor peso fresco de tallo, obteniendo un valor de 24.3 g y con una

diferencia entre la relación 1:1 de 17.94 % y con una diferencia entre la relación 3:1 de 6.31 % (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en peso seco brácteas, peso fresco brácteas, peso seco raíz y peso fresco raíz, en plantas de nochebuena 'Nutcrack White'.

Relación N:K	Peso seco brácteas (cm)	Peso fresco brácteas (cm)	Peso seco raíz (g)	Peso fresco raíz (g)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	4.638 a	29.613 a	6.6750 a	51.350 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	2.925 a	24.300 a	6.7125 a	52.725 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	3.413 a	25.938 a	6.0125 a	41.525 a
DMS	3.2157	12.297	1.9124	12.926
CV	68.88	36.20	23.17	20.87

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.2.17 Área foliar, Peso seco, Peso fresco y Peso específico

Para el área foliar se obtuvo que la relación 2:1 de concentración 415 mg L⁻¹ de N fue el que una mayor área foliar presento con 1819.1 cm² comparado con los resultados obtenidos en el trabajo de Rosas-Ramos (2005) donde las dosis de nitrógeno de 400 y 300 mg L⁻¹ fueron los más altos con 3047.82 y 2972.01 cm² respectivamente. La variedad Nutcrack White mostró diferencias respecto al área foliar siendo la relación 1:1 la que menos área foliar obtuvo con 1641.2 cm², por ende se ve reflejado en el peso seco y peso fresco de las hojas. Se obtuvo un peso de 1700.0 cm² para la relación 3:1 con una concentración de 622.5 mg L⁻¹, respecto a la diferencia de área foliar obtenida entre la relación 2:1 y 3:1 de 6.5 % y la diferencia entre la relación 2:1 y 1:1 es de 9.7 % y para las relaciones 1:1 y 3:1 es 3.4 % (Cuadro 16). Se observa que el peso fresco

fue mayor en la relación 2:1 que tiene 415 mg L⁻¹ de N lo que favoreció el crecimiento de las plantas para este tratamiento y se ve reflejado en el peso total de la hojas siendo esta relación la que presenta un mayor peso fresco, la relación 1:1 con 207 mg L⁻¹ de N mostró el menor peso fresco lo que indica que en cuestión de madurez de las hojas y tamaño para la calidad de la planta la muestra la relación 2:1 (Cuadro 16), las evaluaciones hechas por Rosas-Ramos (2005) los tratamientos con 300 y 400 mg L⁻¹ de N representaron los valores más altos con 9.6 y 9.4 g respectivamente. En cuanto al peso específico se muestran los resultados de la relación peso seco y área foliar total por planta que fue evaluada al final del ciclo del cultivo, que a mayor área foliar y mayor peso seco se obtiene un mayor peso específico la relación 2:1 de 415 mg L⁻¹ mostro diferencia lo que podría representar un mayor vigor en las hojas de las plantas tratadas con relación 2:1 y un mayor tamaño. Para los datos evaluados por Rosas-Ramos (2005), los tratamientos con 300 y 400 mg L⁻¹ de N presentaron los mayores valores con 3.16 mg cm⁻², para ambos valores.

Cuadro 16. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en el área foliar, peso seco, peso fresco y peso específico, en plantas de nochebuena 'Nutcracket White'.

Relación N:K	Área foliar (cm ²)	Peso Seco (g)	Peso Fresco (g)	Peso específico (mg cm ⁻²)
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	1641.2 a	5.888 a	32.375 a	0.0036210 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	1819.1 a	8.875 a	36.888 a	0.0045806 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	1700.0 a	7.675 a	34.900 a	0.0044055 a
DMS	515.59	4.5579	11.42	0.0015
CV	23.48	47.65	25.77	27.78

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

6.2.18 Pigmentos

a) Clorofilas y carotenos en hojas

Para las clorofilas a, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación 3:1 de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.3927 mg g⁻¹ de PF, la relación 1:1 de menor concentración obtuvo un valor de 0.3896 mg g⁻¹ de PF y para la relación 2:1 con una menor concentración de pigmento con un valor de 0.3734 mg L⁻¹ de PF. En cuando a la clorofila b, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación 3:1 de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.2736 mg g⁻¹ de PF, la dosis de menor concentración de pigmento la obtuvo la relación 1:1 de menor concentración con un valor de 0.1990 mg g⁻¹ de PF y para la relación 2 con una concentración de 415 mg L⁻¹ de N el valor encontrado de pigmento fue 0.2689 mg L⁻¹ de PF. Para la concentración de clorofilas totales se obtuvo que la relación 2:1 obtuvo la mayor concentración de clorofilas totales con 0.1074 mg g⁻¹ de PF, seguido de la relación 3:1 con una concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.1053 mg g⁻¹ de PF y la que obtuvo un menor valor del clorofila total fue la relación 1:1 con una concentración de 207.5 mg L⁻¹ de N con 0.043 mg g⁻¹ de PF (Cuadro 17). Los valores obtenidos para carotenos fueron los siguientes 3.955, 3.834 y 3.826 mg g⁻¹ de PF de las relaciones 1:1, 2:1 y 3:1 respectivamente observando que la dosis de mayor concentración es la que obtuvo una menor concentración en la cantidad de carotenos

encontrados para esa relación y la de menor concentración obtuvo una mayor cantidad de carotenos (Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en pigmentos de hojas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales y carotenos), en plantas de nochebuena ‘Nutcrack White’.

Relación N:K	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	Carotenos
mg g ⁻¹ de tejido fresco				
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.38969 a	0.19903 a	0.04326 a	3.9556 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.37343 a	0.26893 a	0.10749 a	3.8340 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.39270 a	0.27365 a	0.10531 a	3.8265 a
DMS	0.0719	0.1126	0.1063	0.527
CV	26.95	65.78	179.85	19.66

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

b) Clorofilas, Carotenos y Antocianinas en Brácteas

Para las clorofilas a, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.174 mg g⁻¹ de PF, la relación 2:1 obtuvo un valor de 0.172 mg g⁻¹ de PF y para la relación 1:1 se encontró la menor concentración de pigmento con un valor de 0.166 mg L⁻¹ de PF. En cuando a la clorofila b, se encontró una mayor concentración de pigmentos en la relación 3:1 de mayor concentración de 622.5 mg L⁻¹ de N con un valor de 0.196 mg g⁻¹ de PF, la relación 2:1 obtuvo un valor de 0.186 mg g⁻¹ de PF y para la menor concentración de pigmento encontrada fue la relación 1:1 con un valor de 0.172 mg L⁻¹ de PF.

Para la concentración de clorofilas totales se obtuvo que la relación 3:1 obtuvo la mayor concentración de clorofilas totales con 0.166 mg g⁻¹ de PF, seguido de la relación 2:1 de concentración 415 mg L⁻¹ de N con 0.158 mg g⁻¹ de PF y la que obtuvo un menor valor del clorofila total fue la relación 1:1 con una concentración de 207.5 mg L⁻¹ de N con 0.146 mg g⁻¹ de PF. Los valores obtenidos para carotenos fueron los siguientes 4.073, 3.883 y 3.754 mg g⁻¹ de PF de las relaciones 3:1, 2:1 y 1:1 respectivamente observando que la dosis de mayor concentración es la que obtuvo una mayor concentración en la cantidad de carotenos encontrados para esa solución (Cuadro 18).

Cuadro 18. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio en pigmentos de brácteas (clorofila a, clorofila b, clorofilas totales, carotenos y antocianinas), en plantas de nochebuena 'Nutcracker White'.

Relación N:K	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila total	Carotenos	A
mg g ⁻¹ de tejido fresco					
1:1 (207.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.16672 a	0.17230 a	0.14617 a	3.7540 a	83.74 a
2:1 (415 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.17279 a	0.18640 a	0.15837 a	3.8830 a	88.09 a
3:1 (622.5 mg L ⁻¹ N + 193 mg L ⁻¹ K)	0.17494 a	0.19616 a	0.16687 a	4.0739 a	80.87 a
DMS	0.0451	0.0575	0.0492	1.0669	24.159
CV	37.96	44.90	45.25	39.48	41.43

Valores con la misma letra dentro de una columna no representan diferencias estadísticas significativas Tukey $\leq 0.05\%$.

DMS= Diferencia mínima significativa.

CV= Coeficiente de variación.

A= Antocianinas.

6.2 Evaluación general

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 19), se observa que en cuanto a los cultivares el que presenta mayor cantidad de cualidades positivas marcadas como Buenas y Regulares es 'Nutcracket White', ya que obtuvo las mejores respuestas en cuanto a diámetro de copa, tamaño de raíz, área foliar y peso seco, para la relación 2:1 y para la relación 3:1 se obtuvo una buena respuesta con la altura de la planta, la relación que mostro un comportamiento regular y aceptable fueron la relación 3:1 y 2:1.

Cuadro 19. Análisis cualitativa de variables medidas por variedad.

Cultivar	Solución	1	2	3	4	5	B	M	R
'Twin Monet'	(1)	32.25	40.57	8.500	1563.3	4.725	1	2,4,5	3
	(2)	31.75	42.07	8.125	2081.9	8.150	2,4,5		1,3
	(3)	30.25	41.45	9.667	2030.8	7.725	3	1	2,4,5
'Nutcracket White'	(1)	30.70	40.87	12.104	1641.2	5.888		4,5	1,2,3
	(2)	30.85	41.15	15.062	1819.1	8.875	2,3,4,5	1	
	(3)	31.00	40.65	12.250	1700.0	7.675	1	2	3,4,5

(1) 1:1 (207.5 mg L⁻¹ N + 193 mg L⁻¹ K); (2) 2:1 (415 mg L⁻¹ N + 193 mg L⁻¹ K); (3) 3:1 (622.5 mg L⁻¹ N + 193 mg L⁻¹ K). 1= Altura de la Planta (cm); 2=Diámetro de Copa (cm); 3=Tamaño de Raíz (cm); 4= Área foliar (cm²); 5= Peso Seco (g); 6= Peso Fresco (g).

Bueno (B) al mejor resultado, Malo (M) al peor y Regular (R) a los datos intermedios; para la determinación de la calidad de la Flor de Nochebuena para las variables respuesta que determinan de acuerdo a nuestro criterio su calidad.

En la actualidad no basta con lo conocido sobre el cultivo de nochebuena, hay que profundizar en cada una de las variedades que se encuentran en el mercado, ya que la demanda e innovación cada vez crece más, por lo que es importante tomar en cuenta cada uno de los problemas que pueden surgir al trabajar con un cultivo de nochebuena y planear a detalle cada uno de los elementos a utilizar en este, como prevención a problemas futuros. Por ello, para la realización de este proyecto se profundizo en cada uno de los pasos a seguir para minimizar los problemas en el cultivo de nochebuena, cuidando

cada uno de los detalles implicados en la producción, para obtener una buena práctica agrícola del cultivo de la flor de nochebuena.

Para la determinación de la calidad de nochebuena es muy importante tomar en cuenta los diferentes factores involucrados en esta. En este estudio se han estudiado factores como sustrato, nutrición, riego y como estos influyen en las características fisiológicas y morfológicas de la flor de nochebuena.

Se sabe que uno de los principales problemas a los que se puede enfrentar al implementar un cultivo de nochebuena es el sustrato, un sustrato hidropónico ideal es aquel que al menos tuviera un 50% de porosidad total, de este porcentaje lo ideal sería que el 25% sea de agua retenida y el 25% de agua drenada, se coincide con Williams y Fernández-Malde, 2005, en que un sustrato debe estar compuesto principalmente para la flor de nochebuena por turba rubia gruesa de excelente calidad; lo que permite buena aireación de raíces, obligándonos en un principio a hacer riegos más continuos, siendo lo más idóneo para el perfecto desarrollo de la planta, el sustrato final que fue empleado para los cultivos 'Nut Cracker White' y 'Twin Monet' fue corteza de pino molida, hojarasca de encino molida y musgo de laguna o turba, cada uno de estos fueron composteados, en una relación 1:1:1, obteniendo 28.75% agua retenida (oxigenación) y 21.28% de agua retenida, esta mezcla nos permitió tener una buena sanidad en el sistema radicular y una buena absorción de nutrientes. De acuerdo con lo estudiado se sabe que la corteza de pino produce mejores resultados cuando se mezcla con otros componentes, tales como

turba y en el caso de este trabajo con hoja de encino, la corteza de pino es un material con una elevada capacidad de aireación, se caracteriza también por el porcentaje de agua fácilmente disponible este es bajo, característica que condiciona determinantemente el manejo de los riegos (Arrieta-Terés, 1993). El sustrato es el sostén de la planta (Acosta-Durán *et al.*, 2008), y su pH debe ser ácido para facultar a la planta a optimizar la absorción de los nutrimentos que requiere para su desarrollo y calidad: Entre 5.5 y 6.5 (Cabrera *et al.*, 2006) o entre 5.8 y 6.2 (Williams y Fernández, 2006); se encontró que el valor de pH= 5.88 para la mezcla utilizada en este proyecto fue la adecuada para el desarrollo de la flor de nochebuena y presento la mezcla una conductividad de 500 mS, si a esto le sumamos que una buena práctica es llevar los esquejes enraizados de sus contenedores al sustrato definitivo, después de 15 días de llegados.

Se hizo un pinchado en todo el ciclo de la flor de nochebuena, un mes y medio después se inicio la fertilización. Para garantizar la cantidad y la calidad de agua para obtener mejores resultados en conjunto con un buen balance de las relaciones N/K determinadas para este proyecto, se estableció el riego partiendo de la capacidad de campo del sustrato dando como resultado un gasto de 320 ml que se suministro a lo largo del día, se rego en las horas del día que hay una mayor temperatura, con el fin de reducir la temperatura del sistema radicular. Las soluciones y no presentaron ningún síntoma de toxicidad ni de pérdida de crecimiento, no solo la solución nutritiva es importante, el agua es esencial para la supervivencia y el crecimiento de las plantas. En contraste

con la mayoría de los nutrientes, que son retenidos en la planta, la característica del agua es su flujo desde el suelo a través de las raíces y tallos a las hojas y de ahí al aire. El buen manejo de la planta de flor de nochebuena de este trabajo trajo como resultado que la humedad adecuada requerida para el cultivo fuera la correcta ya que no se presentó ningún déficit que acelerara la senescencia de las hojas y si esto hubiera pasado se relacionaría con un déficit en la absorción de nutrientes.

Se manejaron tres relaciones N:K de acuerdo a la proporcionada por el productor se decidió variar una concentración por arriba de esta y otra un nivel más bajo. La relación entre Potasio y Nitrógeno da origen a soluciones nutritivas de crecimiento y producción, ya que una relación $N/K = 1$ de 200 ppm de Potasio y 200 ppm de Nitrógeno da como resultado una solución nutritiva de crecimiento, (Manríquez, 2004). El establecimiento de las relaciones N/K adecuadas, se identifica como uno de los problemas fundamentales que puede afectar el comportamiento del cultivo. Esta relación determina el equilibrio entre los procesos vegetativos y reproductivos, pues el potasio actúa como regulador de crecimiento cuando la disponibilidad de nitrógeno es alta, garantiza además una adecuada formación de rendimiento, regula la aparición de determinados desordenes fisiológicos que inciden en la apariencia interna y externa de los frutos, fundamentalmente en el color y constituye un aspecto de manejo agronómico que incide en la durabilidad de la cosecha (Gent, 2004; Mikkelsen, 2005; Colombo-Obregón, 2008).

La relación N-K está relacionada directamente con la nutrición y el crecimiento de la planta habiendo elementos que al estar relacionados permiten tener una mejor actividad uno con el otro y en los procesos en los que están involucrados. El objetivo de cualquier productor es obtener plantas de calidad y porte bajo que ocupen menor espacio durante la producción y el transporte (Hayashi *et al.*, 2001).

La mayoría de las plantas cuando se cultivan en soluciones nutritivas, se desarrollan instintivamente si están abastecidas con NH_4^+ o con NO_3^- siempre que se mantenga adecuadamente el pH de la solución. En una investigación conducida por Cox y Reisenauer 1981, plantas de trigo crecieron mejor cuando con compuestos amoniacales y nítricos, que cuando recibieron solamente una de las dos formas de N, encontraron un nivel de absorción de Ca, Mg y K menor cuando se aporta el N en forma amoniacal que cuando se hace en forma nítrica. Las fuentes de KNO_3 y $(\text{Ca}) \text{NO}_3$ empleadas para este trabajo demostraron ser eficientes ya que no solo para la parte aérea sino para las raíces los tejidos se observaron sanos y de un tamaño aceptable para la comercialización lo que nos indica que hubo una buena absorción de los elementos especialmente del potasio.

El crecimiento del cultivo para las dos variedades se vio incremento por el nivel del factor limitante la relación N-K al que estuvo sometido y dejó de crecer hasta que este dejó de serlo. El crecimiento es independiente del incremento de este factor de las relaciones de solución nutritiva empleadas ya que no se notaron síntomas de toxicidad y tampoco de reducción del crecimiento.

Para las dos variedades empleadas en este trabajo se observó que la absorción de nitrógeno y potasio fue la misma para las tres relaciones ya que no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento vegetativo, esto se explica tomando como base que el potasio es absorbido durante las etapas tempranas del crecimiento en los cultivos de grano, mucho más que el fósforo y el nitrógeno. Al momento que un cultivo de maíz acumuló el 50% del total de biomasa, se habrá absorbido el 68, 56 y 96% del N, P y K respectivamente (Welch y Flannery, 1985), no tuvo un impacto significativo en el crecimiento ya que el inicio de la fertilización se dio una semana antes de que fuera tapado el cultivo, el crecimiento de las plantas pudo ser afectado por la inducción de la floración ya que no se observa una meseta que determine la constancia en la altura de la planta. Las diferencias de las medias no fueron significativamente diferentes. Primero se observa una respuesta lineal para las variables de crecimiento, hasta que se elevan los niveles a un cierto punto para las dos variedades, seguida por un cambio brusco a partir de la cual nuevos aportes de fertilizante, o ya no tienen efecto sobre el rendimiento, u originan solamente pequeños incrementos o en ocasiones provocan descensos de rendimientos pero en este trabajo no fue el caso. Si se dispone fácilmente de fertilizante y si el valor de la cosecha supera el costo obtenido por ellos. La mejor rentabilidad se obtendrá utilizando pequeñas dosis sobre grandes superficies por ellos se puede recomendar que la relación de N-K de dosis más baja es la mejor ya que al no haber diferencias significativas indica que no es necesario que el productor gaste más de lo necesario cuando se pueden obtener nochebuenas de muy alta calidad sin necesidad de tener una alta concentración de solución

nutritiva. Por otra parte se comprueba que la flor de nochebuena al entrar en la etapa de floración deja de consumir nitrógeno para el crecimiento y en vez de este es utilizado el potasio para la floración no importando el nivel de concentración de nitrógeno ya que a partir del inicio de la floración y pigmentación en brácteas el crecimiento ya no se vio aumentado.

Es importante el estudio del crecimiento de la planta, ya que este se verá reflejado en el aumento de materia seca o en sus dimensiones, que se originan como consecuencia de la formación de nuevas células, de la expansión de células constituyentes y de la producción de asimilados. Para muchos cultivos de crecimiento determinado, el crecimiento foliar cesa poco antes o poco después de iniciada la floración y, a continuación, fotosíntesis depende sobre todo de la presencia de hojas existentes.

Por lo que la cantidad de materia seca dependerá del nitrógeno disponible y de su absorción en cantidad suficiente para retardar la senescencia de las hojas. Los carbohidratos elaborados en la fotosíntesis sufren reacciones para formar la materia seca de un cultivo. El resultado de estos procesos, en relación a la materia seca producida por cultivos bien fertilizados y no sometidos a déficits hídricos, es que el rendimiento está relacionado linealmente con la radiación interceptada durante el período de crecimiento, se observó que la variedad 'Twin Monet' tuvo diferencias significativas en peso seco, peso fresco y peso específico, observando para el peso seco fue menor para la relación 1:1, teniendo diferencias significativas con las relaciones 2:1 y 3:1. Lo que puede

indicar que hubo una menor tasa de consumo de los elementos en la relación 1:1, por lo tanto es de esperarse que el peso fresco tenga el mismo comportamiento que el peso seco. Redak y Bethke (1995) mencionan también que con la combinación de 120 ml por maceta con 80 y 240 mg L⁻¹ de N, la altura de la planta disminuyó de 10 a 18 % comparadas con las de alto riego (240 ml por maceta). El área foliar y el peso seco de la hoja se incrementaron linealmente en respuesta al incremento en la fertilización. Las plantas que fueron regadas con 120 ml por maceta disminuyen su área foliar, tamaño de hoja y de tallo, así como el peso seco de los brotes en 36-41%.

En contraste con lo citado anteriormente se encontró que las plantas obtienen buenos resultados con una relación 1:1 que no es necesario una mayor concentración para tener plantas de calidad. Para las diferentes variables respuesta en cuanto a las variables analizadas en campo se puede hacer la recomendación de que la relación N-K de la menor dosis que fue la relación 1:1 es la ideal para la obtención de plantas de calidad para ambas variedades altura de la planta, diámetro de tallo y de copa, diámetro de inflorescencia principal, diámetro de la flor del brote principal y el tamaño de entrenudos.

En cuanto a la variedad 'Nutcracker' se tienen una altura de plantas de $S_1= 30.70$, $S_2= 30.85$ y $S_3= 31.00$ cm. Lo que se comprueba es que el cultivo requiere dosis altas de solución nutritiva y para alcanzar una buena altura que sea del gusto del consumidor no se necesita ni de un tiempo de fertilización muy largo ni de una relaciones tan alta de de N y K ya que al adicionar la

relación 1:1 se obtiene en promedio una misma altura que las demás soluciones.

En el trabajo realizado por Hernández *et al.* (2009), evaluó el efecto de las soluciones nutritivas con diferentes relaciones N/K para el fertirriego en el cultivo del tomate protegido, encontrando que la menor producción de biomasa en hojas, tallo y total correspondió a la relación N/K 1:1.5, mientras que la masa seca en frutos fue significativamente mayor en las relaciones N/K 1:2 y 1:2.5, en cambio el crecimiento e las hojas fue similar en los tratamientos (1:2, 1:2.5 y 1:3), lo que puede llevarnos a pensar que una relación con concentración baja de los dos elementos muestre una menor proporción de materia seca y en cuanto a las variables de crecimiento no se vean diferencias significativas, lo que indica que una concentración más alta de nitrógeno en la relación N/K, no determina cambios en el crecimiento de la planta, solo afecta a la absorción de nutrientes que se ven reflejados en la materia seca.

Para obtener una máxima eficiencia la relación N/K, estos nutrientes debes ser aplicados en las mismas proporciones que existen en el vegetal, donde la relación es aproximadamente 2:1. El continuo incremento en el uso de fertilizantes nitrogenados implica la aplicación de K con la misma tasa de aumento. Caso contrario se cumpliría la Ley del mínimo de Liebig. La insuficiencia de un nutriente reduce la eficiencia de otros nutrientes (Brady y Weil, 1999; Conti, 1998; Munson, 1985; Stevenson y Cole1999). Se puede explicar que a una mayor concentración la absorción del N no fue la adecuada

ya que al no haber la misma proporción de K para tener una mejor absorción de N. y es por ello que no se encuentran diferencias significativas para las variables crecimiento.

Para las relaciones con niveles de nitrógeno más alto se observa que la acumulación de peso seco es mayor, esto puede deberse a que el N/K presentan un antagonismo en donde para tener una mejor calidad y producción de materia seca es necesario tener niveles altos de nitrógeno, los utilizados para este trabajo no afectan de ninguna forma la calidad de la flor de nochebuena, y en niveles bajo la absorción de estos elementos no fue la adecuada ya que es la que presenta menor cantidad de peso seco, aunque para la variedad 'Nutcracker white' no se tienen diferencias significativas se presenta el mismo comportamiento, ya que el K es mejor absorbido por la planta en este periodo, ya que en la mayoría de las plantas cultivadas, la máxima absorción de K ocurre en un lapso relativamente corto comparado con el N y el P, cuya absorción dura un tiempo más prolongado durante el periodo de crecimiento. Esto sugiere que existe un corto periodo en el cual la deficiencia de K puede corregirse. Una adecuada cantidad de K debe presentarse antes del desarrollo o debe ser provista durante las etapas tempranas del desarrollo. Por el contrario un escaso suministro de K afectará los órganos reproductivos, de tal modo que reducirá la calidad y cantidad de producción (Kant, S. y Kafkafi, U., 2001).

Esto indica que la absorción de K precede la acumulación de materia seca y su concentración es más alta durante el crecimiento inicial. Por otra parte se puede

observar que al aumentar la relación 3:1 la cantidad de materia seca disminuye lo que nos podría indicar un antagonismo en donde a niveles más altos de nitrógeno la absorción de K deja de ser la adecuada y por lo tanto dará como resultado una inadecuada preparación para la absorción de elementos como el N/P y la acumulación de materia será inadecuada.

La relación N/K para estos cultivos indica que una buena concentración de K precede a una correcta absorción de N y por lo tanto se ve reflejada en una mayor cantidad de materia seca. La relación N/K presentan un antagonismo consiste en que el aumento por encima de cierto nivel de concentración de un elemento reduce la absorción de otro, por lo tanto un exceso de abonado nitrogenado vemos que impide una correcta asimilación de K. Desafortunadamente las relaciones N/K en el cultivo de flor de nochebuena no está estudiada hay mucho camino por recorrer ya que es común encontrar la nutrición desequilibrada en la mayoría de los cultivos.

Una semana después de iniciada la fertilización se indujo 14 h de tapado del cultivo para inducir la pigmentación de brácteas. Pérez-Torres, 2012, en su trabajo reporta que la flor de nochebuena es una planta de días cortos (menos de 12 h) y al transcurrir entre 30 y 40 días en estas condiciones se pone en marcha el mecanismo de floración, donde resulta ventajoso recibir la mayor cantidad de luz posible, lo que a la par evita que se desprendan las hojas. Luego entonces, el tamaño de la planta dependerá primordialmente del tiempo transcurrido entre la multiplicación, siendo en la fase reproductiva donde al

menos 12 h son requeridas para la pigmentación de las brácteas (Cabrera *et al.* 2006).

La relación 1:1 para N:K muestra que es el que obtiene una mayor cantidad de antocianinas con una diferencia significativa encontradas para la variedad 'Nut Cracker'. Se puede observar que aun teniendo el cultivo altas concentraciones no presento ninguna de las características antes mencionadas se observaron que las brácteas de las plantas a las que se expuso con un mayor concentración de nitrógeno en relación al potasio se comportaron de igual forma que las relaciones con concentraciones más bajas tanto para peso seco como para el peso fresco de estas.

Se observo también que la concentración de antocianinas más altas se obtuvo con la relación de N/K más baja lo que comprueba que la floración es independiente de la cantidad de N/K haya sido absorbido hasta ese momento por la planta, ya que si bien recordamos que una buen nivel de nitrógeno es importante para que el K sea absorbido para la floración y por lo tanto influya en elaboración de algunos pigmentos.

Si bien hay poca información que trata sobre la pigmentación de brácteas en nochebuena (Colinas *et al.*, 2006), los citados autores apuntan que la inducción de noches largas artificiales (fotoperiodo corto) no solo favorecen el matiz producido por las plantas, sino que también es un factor requerido para inducir floración. Tal señalamiento coincide con lo reportado por Pérez-López *et al.*

(2005) y Cabrera *et al.* 2006 quienes denotan que periodos oscuros (en orden respectivo de 12.2 o 14 h) conlleva a la obtención de brácteas totalmente pigmentadas.

Durante la floración o la antesis se observa la distribución de elementos inorgánicos. El redujo suministro de carbohidratos en raíces en esta etapa puede explicarse en parte por la menos absorción de potasio (Lawron y Cook, 1954), Burd 1919 observo en plantas de cebada una caída singular en el contenido de potasio total desde dos semana después de la espigazon seguida por un aumento de la absorción de potasio durante un corto periodo y finalmente por perdidas en la madurez.

Otro punto importante para tener un adecuado manejo del cultivo de flor de nochebuena es el control de plagas, por lo que si se hace un adecuado balance de las relaciones nutritivas, no habrán plagas o se controlaran fácilmente, en este trabajo no hubo plaga alguna. Según el trabajo realizado por Krauss, (2001) la nutrición de las plantas afecta el desarrollo, la anatómica y morfología y principalmente la composición química de las plantas y contribuye al incremento o disminución de la resistencia y/o tolerancia a las plagas y enfermedades. Númerosos estudios y experimentos sobre el K y especialmente relacionados con el N ocupan una posición importante respecto a la relación nutrición mineral y stress biótico. Un aporte desbalanceado de nutrientes con excesivo N y /o inadecuado K, resulta en fallas en el metabolismo de las planta

favoreciendo el desarrollo y reproducción de patógenos. Un alto suministro de N provee un ambiente tal que aumenta la longevidad de las células.

Se prefieren plantas compactas crecidas en macetas, bien nutridas, que garanticen un valor decorativo prolongado en las plantas. Se observa que la calidad de la flor de nochebuena de las variedades estudiadas en este proyecto son de buena calidad ya que alcanzaron alturas de 32 cm de alto las de la variedad 'Nut Cracker White' y 30 cm de alto las de la variedad 'Twin Monet' y solo fueron fertilizadas durante 7 semanas diariamente.

7. CONCLUSIONES

El efecto de la relación Nitrógeno-Potasio en el cultivo de flor de nochebuena, se vio reflejado en el peso seco, peso fresco, peso específico de la variedad 'Twin Monet'.

Fueron evidentes las diferencias de calidad entre las diferentes soluciones nutritivas aplicadas al cultivo, obteniendo que la mejor es la de menor relación de Nitrógeno-Potasio y por lo tanto se reflejó en la calidad de las plantas para esta relación.

Se obtuvieron diferencias significativas entre los pigmentos específicamente antocianinas que se encuentran en las brácteas para la variedad 'Twin Monet'.

Se ha recomendado la relación $N/K = 1:1$, a partir de este trabajo se puede concluir que el empleo de esta relación aportó mejores resultados, e incluso representa una menor cantidad de fertilizante a utilizar, por lo que se recomienda utilizar 206.5 mg L^{-1} de N y 193 mg L^{-1} de K para el cultivo de flor de nochebuena.

Una relación N/K balanceada es determinante para aumentar la rentabilidad de la producción y calidad del cultivo.

8. LITERATURA

ABAD, B.M.; NOGUERA-MURRAY, P.; CARRIÓN-BENEDITO C. 2004. *In*: Tratado de Cultivo Sin Suelo. URRESTARAZU-GAVILAN M.A. Mundi-Prensa Editor, Madrid, España. pp.113.

ACOSTA-DURÁN, C.M.; MARTÍNEZ R.X.; NAVA, L.M.; VILLEGAS, O.G. 2008. Sustratos para cultivo de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) y su efecto en características comerciales. Investigación Agropecuaria, 5(1): 53-60.

ADAMS, F. 1980. Interactions of phosphorus with other elements in soils and plants, pp. 655-667. *In*: KWASAWEH, E.C.; KAMPRATH, E.J.; KAMPRATH S. (eds.), Role of Phosphorus in Agriculture, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI.

ARRIETA, V.; TERÉS, V. 1993. Caracterización física y química, y manejo agronómico de la corteza de pino (*Pinus radiata*) como sustrato de cultivo. Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y Comunicaciones. Tomo II. Servicio de Investigación y Mejora Agraria (SIMA). Barrio Arteaga, 26.48016 DERIO (Vizcaya-España).

ASEN, S. 1979. Flavonoid chemical markers in poinsetia bracts. Journal of the American Society for Horticultural Science 104:223-226.

AYALA-ARREOLA, J.; CASTILLO-GONZÁLEZ, A. M.; COLINAS-LEÓN, M. T.; PINEDA- PINEDA J. 2004. Influencia del Calcio, Boro y Molibdeno en la calidad de Nochebuena. Universidad Autónoma Chapingo. Tesis.

AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Editions University of Barcelona. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Barcelona, España.

BANERJI, D; SHARMA, V. 1979. Parallelism in Hill and antocyanidin content in *Euphorbia pulcherrima*. Phytochemistry. 18(10) 1767-1768.

BAÑUELOS, H. L. 1999. Manejo de la nutrición y criterios de fertilización en plantas ornamentales. XIX Simposium Internacional de Agronomía y Agro expo.

BASTIDA-TAPIA A. 2002. Sustratos Hidropónicos. Materiales para cultivo sin suelo. Serie de publicaciones AGRIBOT. UACH. Preparatoria Agrícola. Chapingo, México. 121p.

BERINGER, H.; NORTHDURFT, F. 1985. Effects of potassium on plant and cellular structures. *In*: Potassium in Agriculture . R.D. Munson, (Ed.) American

Society of Agronomy, Crop Science Society of American, and Soil Science Society of America, Madison, WI. pp. 351-364.

BOULD, C.; HEWITT, E.J.; NEDDMAN, P. 1984. Diagnosis of Mineral Disorders in Plants. Vol. 1, Principles, MAFF/ARC. London.

BOULD, C.; TSAI-FUA, CH. 1976. Mobility of calcium in fruit plant. Proc 4th Intern. Coll. On the control of plant nutrition, Gent 1:104-108.

BURÉS, S., 1997. Sustratos. Ediciones Agrotecnicas. Madrid, España. 341p.

BURD, J.S. 1919. Rate of absorption of soil constituents at successive stages of plant growth. J. Agri. Res. 18: 51-72.

CABRERA, R. I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo Serie Horticultura 5(1): 5-11.

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. México: SAGARPA/INIFAP. (Folleto No. 23). 20 p.

CARMICHAEL, J.L. 1990. Manual de Nochebuena PLANTEC. Ed. No. 4 Amacuzac, Morelos México. Pp. 10-15

COX, D.A.; SEELEY, J.G. 1984. Ammonium injury to poinsettia. Effects of NH₄-N: NO₃-N ratio and pH control in solution culture on growth, N absorption, and N utilization. Journal of the American Society for Horticultural Science 109(1):57-62.

COX. W.J.; LOCKYER, D.R. 1981. Nature, Lond. Pp. 292-337.

DEVLIN M. R. 1982 Fisiología Vegetal University of Massachussetts Ed. Pueblo y Educación. Pp. 175-468.

EATON G.W., 1971. Effect of N, P and K fertilizer application on cranberry leaf nutrient composition, fruit color and yield in mature bog. Journal of the American Society for Horticultural Science. 96; 430-433.

ECKE, P.J. 1976. Relationship of nitrogen nutrition of "Early black" cranberry to vegetative growth, fruit yield and quality. Journal of the American Society for Horticultural Science. 101:375-377.

ECKE, P. J.; MATKIN, O. A.; HARTLEY, D. E. 1990. The Poinsettia Manual. 3rd ed. Paul Ecke Poinsettias. Encinitas, California, USA.

FAO (2004). Las buenas Prácticas Agrícolas. Santiago de Chile, Chile (Documento de Trabajo).

FOLLET, R.H.; MURPHY, L.S.; DONAHUE, R.L. 1981. Fertilizers and Soil Amendments. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

FOY, C.D.; WEBB, H.W.; JONES, J.E. 1981. Adaptation of cotton genotypes to an acid, manganese toxic soil. Agron. J. 73:107-111.

FRASER, P.D.; BRAMLEY P.; SEYMOUR G.B. 2001. Effect of the *Cnr* mutation on carotenoid formation during tomato fruit ripening. Phytochemistry 58:75-79.

GALICIA, J.A.B. 2000. Intensidad de sombreado y su influencia en el crecimiento y calidad de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex. Klotzsch) cv. Supjibi. Tesis. Especialidad de Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.

GARCÍA- LÓPEZ, A.M.; COLINAS-LEÓN M.T. 2004. Crecimiento y Pigmentación en Nochebuena, Universidad Autónoma Chapingo. Tesis.

GIL-MARTÍNEZ, F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal- Ediciones-Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 411-442.

GUPTA, U.C. 1979. Boron nutrition of crops. Adv. Agron. 31:273-303.

HARBORNE, J.B. 1967. Comparative Biochemistry of the Flavonoids. Academic Press. London, Great Britain. Pp.3

HARTHEY, D. 1992. Poinsettias. *In*: Introduction to floriculture. R. Larson (ed.). Academic Press. Pp. 305-331.

HERNÁNDEZ, I.M.; CHAILLOUX, M.; MORENO, V.; SALGADO, J.M. 2009. Relaciones Nitrógeno-Potasio en fertirriego para cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su efecto en la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes. Cultivos Tropicales. 30(4):71-78.

HUBER, S.C., 1985. Role of potassium in photosynthesis and respiration. *In*: Munson R.D. (Ed.) Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy , Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI pp. 369-391.

JEPSSON, N. 2000. The effects of fertilizer rate on vegetative growth, yield and fruit quality, with special respect to pigments, in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) cv. Viking. Scientia Horticulturae 83: 127-137.

JIMÉNEZ-MEJÍAS, R. 2000. El cultivo industrial de plantas en maceta, Ediciones de Horticultura, Madrid España.

JONES, J.B.; JONES, J.P.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. 1991. Compendium of Tomato Diseases. Eds. American Phytopathological Society.

JONES, JR.; WOLF, J.B.; MILLS A.H. 1991. Plant Analysis Handbook A Practical Sampling, Preparation Analysis and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Inc. U.S.A.

KANNANGARA C.; HANSSON, M. 1998. Arrest of chlorophyll accumulation prior to anthocyanin fortamation in *Euphorbia pulcherrima*. *Plant Physiol. Biochem.* 36:843-848.

KANT, S.; KAFKAFI, U. 2001. Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos In: El potasio en sistemas agrícolas Argentinos. Actas del 1º Simposio FAUBA-IPI-Fertilizar INTA, Buenos Aires, Argentina. pp. 281-294.

KONG J.M.; CHIA L.S.; KHANG N.K.; CHIA, T.F.; BROUILLARD, R. 2003. Analysis and biological activities of anthocianins. *Phytochemistry* 64:923-933.

KRAUSS, A. 2001. El potasio y el stress biótico In: El potasio en sistemas agrícolas Argentinos. Actas del 1º Simposio FAUBA-IPI-Fertilizar INTA, Buenos Aires, Argentina. pp. 281-294.

KRISTOFFERSEN T. 1968. Influence of daylength and temperatura on growth and development in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd.). *Acta Horticulturae* 14:73-89.

LAWTON, K.; COOK, R.L. 1954. Potassium in plant nutrition. *Adv. Agron.* 6: 253-303. Leigh, R. A. and Wyn-Jones, R. G. 1984. A hypothesis relating critical potassium concentration for growth to the distribution and function of this ion in the plant cell. *New Phytol.* 97:1-13.

LICHTENTHALER, K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *In: Methods in Enzymology.* Ed. L. Packer and R. Douce. Academic Press Inc. Pp. 350-352.

MARSHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. Londres Inglaterra. 674 p.

MARTÍNEZ, M. 1996. Manual Práctico de Producción de Nochebuena. Consultoría OASIS. Morelos, México.

MANRÍQUEZ, A. 2004. Efecto del ácido giberelico y la relación potasio-nitrógeno en fresas de la variedad Camarrosa. Cultivadas por hidroponía. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma Chihuahua. Tesis.

MENGEL, K. 1985. Potassium movements within plants and its importance in assimilate transport. En: R.D. Munson (Ed.) Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. pp. 397-409.

MENGEL, K.; KIRBKY, E.A. 1982. Principles of plant nutrition. 3era. Edición. Publisher International Potash Institute P.O. Box, CH-3048. Woorblaufen-Bern/ Switzerland.

MOLLINEDO, V.A.; TAPIA, A.C. 2008. Fertirriego del cultivo de tomate In: Fertilización de cultivos y pasturas. MELGAR, R.; DÍAZ-ZORITA, M. 2ª edición. Editorial Hemisferio Sur. 569 p.

NAVARRO G.G.; NAVARRO, S. B. 2000. Química Agrícola. El Suelo y los Elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

OCAMPO B. D., ACOSTA-DURÁN, C.M., ROMERO-TORRES, F.; DELGADO-ESCOBAR, I. 2006. Evaluación del sulfato de calcio y un biosólido como componentes del sustrato en la producción de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) en condiciones de invernadero. Investigación Agropecuaria. Volumen 3:32-41.

OLIVA, F. 1981. Plantas de los jardines de Venezuela. Gráficas Armitaño. C.A. Caracas. 404 p.

OZANE, P.G., 1980. Phosphate nutrition of plants-A general treatise. In: Role of Phosphorus in Agriculture. F.E. Kwasawneh, E.C. Sample, AND E.J. Kamprath, Eds. American Society of America, Madison. WI. pp. 559-585.

PENNINGSFELD, F.; KURZMANN, P. 1983. Cultivos Hidroponicos y en Turba. 2ª. Ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. p. 343.

PINEDA-PINEDA, J.; CASTILLO-GONZÁLEZ, A. M.; MORALES-CÁRDENAS, J. A.; COLINAS-LEÓN, M. T.; VALDEZ-AGUILAR, L. A.; AVITIA-GARCÍA, E. Efluentes y sustratos en el desarrollo de nochebuena Revista Chapingo. Serie horticultura, Vol. 14, Núm. 2, mayo-agosto, 2008, pp. 131-137 Universidad Autónoma Chapingo, México.

PÉREZ, G.F.; MARTÍNEZ-LABORDE, J.B. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

- WILLIAMS, J.E.; FERNÁNDEZ, J.M. (2006). Avances y mejoras técnicas en el cultivo de poinsettia. *Horticultura*, 191:26-35.
- PÉREZ-LÓPEZ, A.; CARRILLO-SALAZAR, J.A.; COLINAS-LEÓN, M.T.; SANDOVAL-VILLA, M. 2005. Regulación del crecimiento de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) con etefón. *Fisiología Vegetal*. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230 Montecillo, Estado de México.
- PÉREZ-TORRES, J.A. 2012. Crecimiento y pigmentación de brácteas en dos cultivares de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) inoculados con *Pseudomonas putida* en invernadero. Tesis. Xalapa, Veracruz.
- REDAK, R.A.; BETHKE, J. 1995. Whole plant response of six poinsettia cultivar to three fertilizer and two irrigation regimes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 121(1): 69-76.
- ROSAS-RAMOS, J.M.; CASTILLO-GONZALEZ, A.M. 2005. Nitrogeno y Potasio en la producción de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd) cv. Subjibi roja.
- ROSE, M.A.; WHITE, J.W. 1994. Nitrogen rate and timing of nitrogen application in poisenttia (*Euphorbia pulcherrima* Wild. Ex. Klotz). *HortScience*. 29(4): 272-276.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, W. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F. Pp. 759.
- SARUKHÁN, J.; et al. 2009. *Capital natural del México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SÁNCHEZ, P.A. 2004. Análisis y diagnostico nutricional en los cultivos sin suelo. *Tratado de cultivo si suelo*. 3ra. Ed. Ediciones Mundi-Presa. Madrid, España. Pp. 49-78.
- STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. (1949). Euphorbiaceae. *Flora of Guatemala*. Fieldiana Botany 24 (6):111-112.
- STEWART, E.A.; SELMER-OLSEN; GISLEROD, H.R.; MOE, R. 1994. Cultivar differences in nutrient absortion and susceptibility to bract necrosis in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). *Gartenbauwissenschaft* 59(1): 6-12.
- STRASBURGER, E.; NOLL, F.; SCHENCK, H., SCHIMPER, A.F.W., VON DENFER, D.; EHRENDORFER, F.; BRESINSKY, A.; ZIEGLER, H. 1986. *Tratado de Botánica*. 7a. ed. Editorial Marín S.A., Barcelona. p.1098.

STROJAY, Z.; NOWAK, J. S. 2003. Effect of different peat-based substrates on poinsettia growth. *Acta Horticulturae* 608: 283-287.

SUELTE, C.H. 1985. Role of potassium in enzyme catalysts. *In*: R.D. Munson (Ed.), Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. pp. 337-349.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. 1985. Soil. Fertility and Fertilizers, 4th ed. MacMillan, New York.

USHERWOOD, N.R. 1985. The role of potassium in crop quality. *In*: R.D. Munson (Ed.) Potassium in Agriculture, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. pp.425-439.

VILLEGAS R., H.; COLINAS-LEÓN, M.T. 2007. Identificación de pigmentos en brácteas de cinco cultivares de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.). En: Amador R., M.D., Zegbe D., J.A., Reveles T., L.R., Mena C., J., y Serna P., A. (eds). Resúmenes del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. México: Zacatecas, Zacatecas. 116 p.

WEBER, E.J. 1985. Role of potassium in oil metabolism. En: R.D. Munson (Ed.) Potassium in Agriculture, American Society of Agronomy. Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. pp. 425-439.

WHIPKER, B.E.; HAMMER, P.A.1998. Comparison of hydroponic solutions for poinsettia nutritional studies. *Journal of Plant Nutrition*. 21(3): 531-543.

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.

WILD, A. 1973. Russell's soil conditions and plant growth Eleneth edition for Longman Grou UK Limited, London. 729 p.

WILLIAMS, J.E.; FERNÁNDEZ, J.M. 2006. Avances y mejoras técnicas en el cultivo de poinsettia. *Horticultura*, 191, 26-35.

WILKINSON, S.R.; GRUNES, D.L.; SUMNER, M.E. 1999. Nutrient Interactions in Soil and Plant Nutrition. In *Handbook of Sil Science*. M.E. Sumner (Ed.) CRC Press. Boca Raton, London.

WITASZEK, W.; MYNETT, K.1989. Ligth and growth regulators in the cuttings produccion of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) mother plants. *Acta Horticulturae* 251:315-318.

WITHAM, F.H.; BLAYDES, D.F.; DEVLIN, R.M. 1971. Experiments in plant physiology. Van Nostrand Reinhold Company. N.Y. pp 16-18 y 55-58.

YELANICH, M. V.; BIERNBAUM, J.A. 1994. Fertilizer concentration and leaching affect nitrate-nitrogen leaching from potted poinsettia. HortScience 29(8): 874-875.

YOUNG, A.; BRITTON, G. 1990. Stress Responses in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanism: carotenoides and Stress. pp. 87-112.