

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Acumulación y Distribución de Biomasa en Plantas de
Nochebuena cv. "Prestige" al Balance de K, Ca y Mg en la
Solución Nutritiva

Por:

ANAYELY SIXTOS MEDINA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre, 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Acumulación y Distribución de Biomasa en Plantas de Nochebuena
cv. "Prestige" al Balance de K, Ca y Mg en la Solución Nutritiva

Por:

ANAYELY SIXTOS MEDINA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

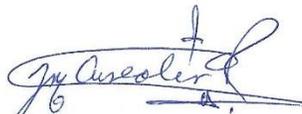
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



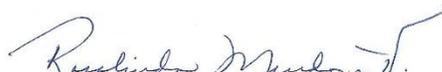
Dr. Armando Hernández Pérez

Asesor Principal



Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

Coasesor



Dra. Rosalinda Mendoza Villa

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía.



Saltillo, Coahuila, México.
Noviembre, 2019.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a Dios por darme la oportunidad de cumplir cada uno de mis sueños, por haber puesto en mi camino personas extraordinarias que ahora considero LA FAMILIA QUE YO ELEGÍ, por todo el cariño que he recibido durante todo este pasaje llamado vida, por nunca dejarme sola y guiar mi camino y por todas las cosas hermosas que he recibido de ti.

A mi Alma Mater

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por hacerme parte de su nido, acogerme con cariño y con muchas oportunidades extraordinarias que siempre llevare en mi corazón y por la sabiduría adquirida académicamente, pero sobre todo en lo personal de ti me llevo lo mejor.

A mis padres

Manuel Sixtos y Ma. Socorro Medina, no tengo forma de agradecer el sacrificio que hicieron para que yo culminara esta meta, por la confianza durante todo el camino que iniciamos y terminamos juntos, a mi mami por la motivación, por el cariño, por sus regaños por el apoyo, por estar siempre ahí al pie del cañón para que nunca me falte nada por levantarnos juntas cuando caíamos. Este sueño cumplido no solo fue mío fue y es de los 3 y para los 3 los amo, siempre en mi mente y mi corazón.

Mis hermanos

A mi chusma favorita Manuel y Eduardo por siempre estar conmigo, aunque solo fuera por mensaje y llamadas para decirnos cosas y pelearnos, yo sé que me aman y no pueden vivir sin mí. Y a mí colilla chiquilla Andrea que la amo también porque a su corta edad nos da cada lección. Y no podía quedarse atrás mi compañera, mi comadre, mi hermana de otra mamá, mi compañera de viajes, la persona que me hizo y me hace ver la vida de diferente manera, la que estuvo en las pedas, pero sobretodo en los pedos, la que desde que nos conocimos me trato como parte de su familia, la que la hizo de enfermera, chef y que nunca me dejo atrás y una que otra vez se tuvo que comer mis comidas malas por obligación, tanto que vivimos que no acabaría de escribir pero contigo estoy mega agradecida y siempre lo estaré, te quiero.....LUPITA.

A mi abuelita y mi tía, me quedo sin palabras para agradecerles su cariño apoyo, preocupación y demás por estar al pendiente y sobre todo por creer en mí.

A mis amigos y compañeros de generación

No podría dejar de mencionar a mis amigos y compañeros del mismo sueño con los cuales compartí y aprendí muchísimas cosas, principalmente mi cuñissanti, el chino aleas Jesús Osvaldo, Carlos Martínez, mi gordo Hernán, Manuel Arredondo, Rafa Valle, Avimael, Bertha, James, Valente, Grimas, el paisano Richi, el tigre, Wences, Norbín, Gera, Edwin, el Zara, Noé, Campe, Emi, Jaqui, mi estimadísimo Rodrí Gurrola, Gabino, Ago, sin olvidar esos divertidos martes de cafés con Rodrí Borre, Kike champions, Lupita y Orlando aprendiendo a chopear galletas Marías. mi comadre de viaje Areli y mi comadre de practicas la china (Lizbeth). A mis amigos de Erasmus Edison, Javier, Álvaro y Daniel. A Leonel por su apoyo con este proyecto. A ellos y al que se me allá pasado anotar gracias por compartir momentos de risas enojos por tantas aventuras que nunca se olvidaran.

Per ilmioragazzo che mi ha sempresupportatonel bene e nelmale, anche se a volte non era d'accordo ti amo.

A mi asesor de tesis.

Al Doc. Armando Hernández. Por el apoyo y sobre todo confianza para trabajar con él en este proyecto sobre todo por su paciencia y asesoramiento en el desarrollo de este trabajo y principalmente por la amistad que nos brindó

A los profesores que me hicieron batallar en la carrera porque sin disciplina no aprenderíamos al DR. Leobardo Bañuelos, MC. Alfonso rojas, MC Alfredo Sánchez, Ing. Gerardo Galindo por su apoyo no solo en clases si no también fuera de, DR. Víctor Manuel reyes, gracias por el aprendizaje y apoyo que nos brindaron.

DEDICATORIAS

A mis padres....

Manuel Sixtos y Ma. Socorro Medina, por haberme dado lo más apreciado que es la vida por apoyarme moral y económicamente, por la confianza que un día depositaron en mí a pesar de las adversidades y aun así estuvieron a mi lado, todo este sueño que por fin he logrado se los dedico a ustedes con todo mi amor por que juntos luchamos con mucho trabajo y esfuerzo hasta concluir la meta gracias papitos.

A mi chusma (Manuel, Eduardo y Andrea)

fuieron y son parte fundamental de mi vida y sobretodo de este logro que también es para ustedes los quiero.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	V
INDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
RESUMEN.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen e Historia.....	4
Clasificación Taxonómica.....	5
Descripción Botánica.....	5
Importancia Económica.....	7
Estadística de Producción.....	8
Problemática de Producción de Nochebuena.....	8
Factores Ambientales que Afectan en la Producción de Nochebuena.....	9
Temperatura.....	9
Luz.....	11
Humedad relativa.....	11
Cultivos Sin Suelo.....	12
Ventajas:.....	12
Desventajas:.....	13
Solución Nutritiva y Su Manejo.....	14
Límites recomendables de pH.....	15
Conductividad eléctrica.....	15
Importancia de la Nutrición Mineral.....	15
Respuesta de los Cultivos a K, Ca y Mg.....	19

Balance Ca y K.....	19
Balance Ca y Mg.....	20
Balance de K, Ca y Mg en la producción de Biomasa.....	21
MATERIALES Y METODOS.....	24
Ubicación del experimento.....	24
Material vegetativo.....	24
Trasplante.....	24
Tratamientos.....	25
Diseño experimental.....	25
MANEJO DEL CULTIVO.....	26
Riego y nutrición.....	26
Podas.....	26
Majo del fotoperiodo.....	27
Manejo de plagas y enfermedades.....	27
Cosecha.....	28
Variables a Evaluar.....	28
Análisis Estadístico.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIÓN.....	37
LITERATURA CITADA.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.-**Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre el peso seco de hojas en plantas de nochebuena cv. "Prestige". Anova $P \leq 0.001$. Las letras a, b, c, d, e y f son las categorías obtenidas en la comparación medias con Tukey al 0.05..... 32
- Figura 2.-** Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre el peso seco de brácteas en plantas de nochebuena cv. "Prestige". Anova $P \leq 0.02$. Las letras a, b y c, son las categorías obtenidas en la comparación medias con Tukey al 0.05..... 33
- Figura 3.-** Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre el peso seco total de las plantas de nochebuena cv. "Prestige". Anova $P \leq 0.001$. Las letras a, b, c, d, e y f son las categorías obtenidas en la comparación medias con Tukey al 0.05..... 34
- Figura 4.-** Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre la distribución de biomasa en los diferentes órganos de las plantas de nochebuena cv. "Prestige" 36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. -Los elementos esenciales se clasifican como macronutrientes y micronutrientes de acuerdo a la concentración a la que aparecen en los tejidos vegetales:.....	17
Cuadro 2. - Tratamientos evaluados en las plantas nochebuena cv. Prestige.	25
Cuadro 3. - Insecticida y fungicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades	27
Cuadro 4. - Efecto del balance de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) sobre el peso seco de los órganos de plantas de nochebuena cv. "Prestige".	31

RESUMEN

Los requerimientos nutrimentales de la planta de nochebuena son diferentes al balance entre los cationes, por lo que en el presente experimento se planteó como objetivo, evaluar el efecto del balance K-Ca-Mg en la solución nutritiva sobre la biomasa seca de las plantas de nochebuena. Se utilizó el cultivar Prestige, el sustrato fue una mezcla de fibra de coco, peatmoss y perlita con una relación de 35/35/30 v/v. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con un total de 10 tratamientos, con cuatro repeticiones y cada repetición con dos plantas, sumando un total 80 unidades experimentales. Se evaluó el peso seco de la raíz, tallo, hoja, bráctea de la planta y el peso seco total, así como la distribución de la biomasa en los diferentes órganos de esta. El crecimiento radicular se incrementó un 30% con el balance 6.0-12.0-2.0 me L⁻¹ en comparación con la solución 5.7-7.7-6.6 me L⁻¹ de K, Ca y Mg. La materia seca del tallo se redujo con la solución que contenía 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ mientras que con el balance 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ se incrementó un 25%. El peso seco de la hoja de la planta se disminuyó con el balance 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ comparando con el tratamiento 5.6-10.7-5.7 me L⁻¹ donde el aumento fue un 28% la materia seca de este órgano. Con el balance 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ disminuyó el peso seco de las brácteas, mientras que, con la solución 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ se incrementó un 19%. El peso seco total decreció con la relación 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ pero, con la solución que tenía un balance 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ tuvo un incremento del 19%. El mejor balance de K-Ca-Mg fue 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ ya que incremento una mayor producción de biomasa en las brácteas en comparación con el resto de los balances, lo que sugiere que estas plantas tenían mayor cantidad o tamaño de brácteas.

Palabras clave: biomasa, cationes, balance, brácteas

INTRODUCCIÓN

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) es una especie nativa de México utilizada como planta ornamental durante las fiestas decembrinas en todo el mundo, siendo el estado de Morelos la principal entidad productora en el país. Es posible obtener plantas de flor de nochebuena de buena calidad, cuando se cultivan en condiciones propicias se obtienen plantas sanas, fuertes y atractivas, por lo que es necesario enfatizar en el estudio de los factores que influyen en su producción. La nutrición es uno de los factores más determinantes en la producción de plantas ornamentales por el impacto en el crecimiento y la calidad al repercutir en el tamaño de las flores, así como en el área foliar, la obtención de colores más firmes y en el desarrollo del sistema radical (Torres-Olivar *et al.*, 2015). La nutrición mineral es uno de los factores limitantes del crecimiento, desarrollo y calidad de las plantas cultivadas, entre los nutrientes minerales que son requeridos en grandes cantidades por las plantas están el nitrógeno (N), fósforo(P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre(S). La nutrición se considera el factor de producción de mayor relevancia después de la disponibilidad de agua cuyo fin es aportar los nutrimentos esenciales en las cantidades necesarias y en el momento adecuado para lograr el máximo potencial del cultivo (Galindo-García *et al.*, 2015). El Ca es un nutrimento básico para el correcto crecimiento de las plantas y es esencial en la división y expansión celular. En la nochebuena, una deficiencia de Ca reduce el crecimiento de las hojas, causa acortamiento de los entrenudos cerca de la yema apical, induce tallos débiles, así como necrosis en brácteas. Además, se encuentra involucrado en los mecanismos regulatorios que le permiten a la planta realizar ajustes bajo condiciones de estrés causado por altas y bajas temperaturas, y por estrés osmótico causado por sequía y salinidad (Torres-Olivar *et al.*, 2015). El K afecta particularmente la forma, tamaño, color y calidad de la planta, juega un papel muy importante en el metabolismo por su presencia en la síntesis de los aminoácidos y proteínas que las células elaboran a partir del amonio, interviene en la división

celular, influye en los procesos de absorción de Ca, N y Na, otorga vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas (Moreno, 2007 y FAO, 2018). El Mg participa directamente en el proceso de la fotosíntesis, siendo un componente básico de la clorofila. La deficiencia de Mg, al igual que cualquier otra deficiencia, conduce a una reducción en el rendimiento así mismo conduce a una mayor susceptibilidad de la planta a enfermedades (Guo *et al.*, 2014).

JUSTIFICACIÓN

Con base a la información obtenida se tiene poco conocimiento sobre la respuesta de las plantas de nochebuena respecto al balance de los elementos (K, Ca y Mg), por lo cual que se realizó la siguiente investigación para evaluar y determinar la necesidad de estos cationes en la planta.

Objetivo General

Evaluar el efecto del balance K-Ca-Mg en la solución nutritiva sobre la biomasa seca de las plantas de nochebuena cv. "Prestige".

Objetivos Específicos

- Determinar un balance óptimo de K, Ca y Mg que permita mejorar el peso seco de los diferentes órganos y total de las plantas de nochebuena cv. "Prestige".
- Obtener el mejor balance K, Ca y Mg en la distribución de biomasa de los diferentes órganos de las plantas de nochebuena cv. "Prestige".

Hipótesis

Al menos un balance de K, Ca y Mg en la solución nutritiva influirá en la acumulación de biomasa en los diferentes órganos y la distribución de la misma.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia

La nochebuena es una hermosa flor, originaria de México, y su nombre en náhuatl es Cuetlaxochitl que significa “flor de pétalos”. De acuerdo con antiguas creencias, la nochebuena tiene como misión traer belleza, amor, esperanza, sabiduría en la vida de los hombres (Conaplor, 2019). Se dice que fue cultivada por los pueblos prehispánicos en las regiones tropicales del país, los tlahuicas la utilizaban como planta medicinal conocida como tlazochitl que quiere decir “flor que se marchita” ya que perdía su frescura al poco tiempo de ser cortada. Los aztecas la consideraban como símbolo de pureza y la asociaban con la resurrección de los guerreros que habían muerto en la batalla y la ofrendaban al sol para renovar sus fuerzas, extraían un tinte color púrpura de sus brácteas para el uso de productos textiles y cosméticos (McGinty et al., 1980 citado por Aguilar 2018). El látex lechoso de color blanco lo usaban como remedio para el tratamiento contra las fiebres. La coloración intensa de brácteas, embellece y marca el inicio de las fiestas de fin de año que se propiciaron con la llegada de los españoles, quienes la bautizaron con el nombre de “Nochebuena” porque florece en el mes de diciembre, fue entonces cuando un Fray franciscano de nombre Bernardino de Sahagún fundador del convento de Xochimilco utilizó a la *Euphorbia pulcherrima* como ornamento en las primeras pastorelas, pasando de ser un simbolismo de sangre y sacrificios a convertirse en un símbolo de Navidad no solo en México sino alrededor del mundo (Saldaña, 1992).

Joel R. Poinsett, quien fue embajador de Estados Unidos en México, de 1825 a 1829, tuvo predilección por esta planta, se la llevó a los Estados Unidos, donde le dio su apellido llamándola “Poinsetia” y fue así como se le conoció en los Estados Unidos y algunos países de Europa, donde dicho diplomático la envió como presente diplomático. Poinsett, era amante de la botánica, admiró tanto la flor, que cuando la conoció en su estancia en México, se la llevó para estudiarla y adaptarla a las regiones frías de Carolina del Sur, particularmente en Charles tonville. Robert Poinsett, se dedicó a cultivarla con gran esmero en su invernadero y fue

obsequiándola a sus amistades. Desde entonces, la flor de nochebuena fue conocida en muchas partes del Mundo(Sans, 2017).

Clasificación Taxonómica

La planta de Nochebuena se describe bajo la siguiente clasificación:

Reino: Vegetal o Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpigiales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: Euphorbioideae

Tribu: *Euphorbieae*

Género: *Euphorbia*

Especie: *pulcherrima*

Nombre científico: *EuphorbiapulcherrimaWilld. ex Klotzsch*

Nombre común: Nochebuena, Flor de Pascua, Pascuero, Estrella Federal, Poinsettia.

Descripción Botánica

La planta de nochebuena pertenece a la familia Euphorbiaceae, es un arbusto caducifolio que puede alcanzar una altura de hasta 6 m, sus hojas son simples, dispuestas de manera alterna, de forma ovalada a elíptica, con hojas modificadas llamadas brácteas, de color rojo, amarillo y rosa, que son la atracción visual, de diferentes formas y tamaños con pequeñas inflorescencias conocidas como ciatios, que son las glándulas reproductivas o nectarios. Las plantas del género Euphorbiaceae se caracterizan por tener una flor femenina, sin pétalos y

usualmente sin sépalos, rodeada por flores masculinas, todo en una estructura en forma de copa llamada “ciata” hermafrodita; también pueden tener ciatos femeninos y masculinos. Existen algunas variedades de nochebuena como ‘Valenciana’ y ‘Rehilete’ que no desarrollan nectarios, en lugar de ellos desarrollan unas pequeñas brácteas conocidas como bractéolas. En el margen de sus hojas y brácteas pueden o no presentar lóbulos, según la variedad. En nochebuena, por lo general, las variedades que desarrollan semillas no presentan lóbulos, al contrario de las que no desarrollan semillas que sí tienen lóbulos. El tallo es cilíndrico con entrenudos alargados, en edad adulta es de consistencia leñosa. Los peciolos de las hojas son de color rojo, verde o ambos en haz y envés. La cima de brácteas puede llegar a medir hasta 40 cm. El fruto es una cápsula ovoide trilocular dehiscente (Galindo-Gracia *et al.*, 2012). La coloración se adquiere debido al cambio que se produce en ella en función del fotoperiodo en un proceso llamado fototropismo, es decir, el cambio de color de las hojas se activa por las noches más largas del año ya que requieren 12 horas. de oscuridad mínimo por cinco días consecutivos, al mismo tiempo, la planta demanda abundante luz solar durante el día para proporcionar los colores más brillantes. Esta es la razón por la que las brácteas se confunden con pétalos llevando a la creencia de que éstas son la flor de la planta. Sus flores se agrupan en pequeñas inflorescencias centrales de color amarillo constituidas por un estambre y un ovario estipitado y saliente en forma de copa, denominado como ciato o ciata, situadas por encima de las brácteas, conteniendo un nectario que funciona como atrayente de insectos polinizadores facilitando la fecundación cruzada entre distintas plantas. El tallo contiene una estructura primaria bien definida, pero generar una estructura con tallos secundarios o terciarios dependerá del manejo de podas que se le realice, con entrenudos alargados, forma cilíndrica, de consistencia semileñosa en su etapa juvenil y leñosa en edad adulta. En función del fotoperiodo pueden llegar a producir ramificaciones politómicas debido a que tiende a ramificarse fácilmente por la influencia del manejo a base de podas y despuntes (Hernández *et al.*, 2008 citado por Aguilar, 2018).

Importancia Económica

La flor de nochebuena se agrupa dentro de las plantas de ornato. Estas flores, quizá, la más conocida y apreciada por todas las culturas y países que festejan las fiestas decembrinas y en las cuales dicha planta se ha convertido en un ícono que no puede faltar. La gran variedad de colores, tamaños y especies que esta planta tiene ha permitido una gran diversidad (Agroasemex et al., 2016). La producción de las plantas de nochebuena se ha incrementado de manera sorprendente en algunos estados; en Morelos se produjeron 225,000 de plantas en el año 2000 y para 2008 se produjeron 4,743,500 de plantas, mientras que la superficie cultivada aumentó de 5 ha en el año 2000 a 74.6 ha en el 2008; para entonces, la producción total tuvo un valor de 83,516,400 pesos, esta tendencia implica que el cultivo de la nochebuena es de importancia cultural, económica y social en las zonas donde se cultiva, dado que proporciona oportunidad de empleo en las diferentes etapas de su cultivo desde el enraizamiento hasta la venta. Por lo anterior, es importante poner énfasis en el estudio de los factores que influyen en su proceso de producción para seguir manteniendo e incluso mejorar la calidad de las plantas como la selección del sustrato y la fertilización, etc. (Valdez-Aguilar, 2015).

En México genera casi 13 mil empleos, en 2011 por la venta de 20 millones de ejemplares provenientes de Morelos, Puebla, Estado de México, Michoacán, Jalisco y el Distrito Federal principalmente, genero casi 700 millones de pesos. Nuestro país es el cuarto lugar en superficie cultivada con esta planta. En el mercado internacional, México ocupa el lugar 14 como exportador. Su principal destino Estados Unidos y Canadá (99.7%) y el 0.3% restante, Europa, según los datos registrados. Las exportaciones totales de México (flores, follajes y plantas vivas) alcanzaron los \$51, 603,661 dólares americanos. Esta cifra es inferior a las exportaciones de nuestros principales competidores de América Latina: Colombia, Ecuador y Costa Rica los que con una superficie de cultivo menor a la del Estado de México, han logrado posicionarse como proveedores líderes del mercado norteamericano y cuyas exportaciones ascendieron a 570.3; 215.9 y 161.0 millones de dólares, respectivamente (Agroasemex et al., 2016).

Estadística de Producción

Esta especie es una importante fuente de ingresos para quien la produce y comercializa, lo cual se lleva a cabo a través de ventas al por menor directamente del invernadero o lugar de producción y por ventas al por mayor en los jardines locales, con floristas, etc. (Sagarpa, 2015). En los últimos 10 años la superficie destinada a su cultivo aumentó, con algunos altibajos, e igualmente la producción aumentó, lo que se ha visto reflejado en el aspecto económico. Se producen alrededor de 30 millones de plantas de nochebuena al año, con un valor de la producción de \$ 447, 293,600 (Sagarpa, 2015). En 2013 los floricultores produjeron aproximadamente 20 millones de nochebuena, cuyos precios en el mercado varían según el tipo de flor, tamaño y punto de venta, aunque en promedio se comercializan entre los 15 y hasta los 200 pesos (Castillo, 2015). Siete entidades los principales cultivadores de nochebuena son; Morelos (34.5%), Michoacán (21.5%), Distrito Federal (16.7%); Puebla (11.3%) y Jalisco, Estado de México y Oaxaca (15.7%). El 90% de la producción preferida por el consumidor son las de brácteas de color rojo, sin embargo, el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (Sinarefi) ha desarrollado investigaciones para el mejoramiento genético de la flor, por lo cual, es posible encontrar en el mercado nochebuenas con pétalos de distintos tamaños y formas, o con colores como blanco, amarillo, rosa, moteados y salpicados en rojo y blanco (Castillo, 2015).

Problemática de Producción de Nochebuena

Los principales problemas de producción que se tienen en el cultivo son las plagas y enfermedades que con mayor frecuencia atacan a la nochebuena se mencionan a continuación:

- o Araña roja; El ciclo completo de huevecillo a adulto varía de 9-18 días y los adultos llegan a vivir 30 días. Las hembras llegan a ovipositar de 50 a 200 huevecillos. Los ácaros se encuentran en el envés de las hojas y si no se está monitoreando frecuentemente se nota su presencia hasta que el daño

ya está muy avanzado. Los daños se manifiestan con decoloraciones en el haz de las hojas (Cabrera-Rodríguez et al., 2006).

- o Mosquita Blanca; Esta plaga tiene un desarrollo rápido ya que de huevecillo a adulto se requieren de cuatro a cinco semanas, además del daño directo que causan también puede implicar otros daños tales como la presencia de fumagina y en algunos casos es importante por transmitir virus. (Cabrera-Rodríguez et al., 2006).
- o Fungusgnat; Es un díptero que ataca en el estado de larva directamente a las raíces de la nochebuena en el proceso de enraizamiento, los primeros quince días de enraizamiento son críticos. (Cabrera-Rodríguez et al., 2006).
- o (*Rhizoctoniasolani*); es un patógeno de plantas, con un gran rango de huéspedes y de distribución mundial. Es una de las causas del marchitamiento fúngico, que mata a las plantas.
- o (*Botrytis cinérea*); es un hongo patógeno de muchas especies vegetales, animales y bacterias. En horticultura normalmente se llama moho gris.
- o (*Fusarium spp.*); pudrición de la raíz causando la muerte de la misma.

Otro problema de producción se genera al no darle los requerimientos que la nochebuena necesita con relación a la cantidad de horas luz que esta requiere, así mismo la humedad elevada y el riego excesivo sería dañino ya que esta planta es muy susceptible a los ataques por hongos (Agroasemex et al., 2017).

Factores Ambientales que Afectan en la Producción de Nochebuena

Temperatura

Es uno de los factores ambientales que afectan la producción de la nochebuena ya que mientras la duración del día no se modifique artificialmente, los cultivares florecerán entre 7 a 10 semanas después del comienzo de esta iniciación floral, según el tiempo de respuesta propia de cada variedad. La actividad floral es provocada por un fotoperiodo crítico de 12 a 12.5 horas, combinada a temperaturas nocturnas inferiores a 21.1°C (70°F). La fecha real en la cual estos criterios son

reunidos puede ser afectada por las condiciones medio ambientales. Días nublados y días frescos darán una iniciación floral más temprana, mientras que días calurosos y soleados podrían causar una iniciación floral más tardía (Cantin, 2016).

Al momento de la iniciación floral, las temperaturas nocturnas deberían bajar a entre 20 y 21.1°C (68 et 70°F). Temperaturas nocturnas superiores a 22.8°C (73°F) pueden atrasar la floración. Después de la iniciación floral, el desarrollo de las flores se convierte en un proceso continuo en el cual el punto culminante es la antesis, es decir, la emisión a partir de flores (ciatio) de los primeros granos de polen visibles. Las diferentes etapas del desarrollo de la flor pueden ser reconocidas a través de varios indicadores visibles. La etapa en donde el primer brote de flores (ciatio) es visible al ojo se llama simplemente brote visible. La etapa del primer color designa a aquella donde un primer cambio de color es visible sobre las brácteas verdes en su transición hacia el color final.

En regla general, con temperaturas nocturnas de 21.1°C (70°F), la etapa de la iniciación floral tiene lugar entre 14 y 18 días después del inicio de los días cortos (DC), la correspondiente al primer color entre 30 y 32 días después de los DC, la del brote visible de 35 a 39 días después de los DC, y la de la antesis de 54 a 59 días después de los DC (INIFAP, 2016). Una vez que los colores de las brácteas hayan aparecido, el mantenimiento de la temperatura media cotidiana ideal será esencial para su desarrollo. Para maximizar la talla de las brácteas, es importante que las temperaturas cotidianas sean de 20 a 21.1°C (68 a 70°F). En la medida de lo posible, es necesario tratar de evitar temperaturas superiores a 23.9°C (75°F), lo que puede dar brácteas muy grandes, pero también muy tiernas y traducirse en problemas después de la cosecha (Cantin, 2016). En regla general, con temperaturas nocturnas de 21.1°C (70°F), la etapa de la iniciación floral tiene lugar entre 14 y 18 días después del inicio de los días cortos (DC), la correspondiente al primer color entre 30 y 32 días después de los DC, la del brote visible de 35 a 39 días después de los DC, y la de la antesis de 54 a 59 días después de los DC (INIFAP, 2016). Una vez que los colores de las brácteas hayan aparecido, el mantenimiento de la temperatura media cotidiana ideal será esencial para su desarrollo. Para maximizar la talla de las brácteas, es importante que las

temperaturas cotidianas sean de 20 a 21.1°C (68 a 70°F). En la medida de lo posible, es necesario tratar de evitar temperaturas superiores a 23.9°C (75°F), lo que puede dar brácteas muy grandes, pero también muy tiernas y traducirse en problemas después de la cosecha (Cantin, 2016).

Luz

La nochebuena tolera el sol directo, por arriba de 8 000 pies candela, las altas intensidades de luz ayudan al desarrollo de tallos fuertes, favorecen la tasa de fotosíntesis y se previene la elongación. En campo abierto se obtienen hasta 10 000 pies candela (108 klux, 40-55 moles día⁻¹) en promedio (Ecke et al, 2004). La luz afecta directamente los procesos de fotosíntesis, morfogénesis y foto periodicidad, fundamentales para el desarrollo y floración de la nochebuena. Una intensidad lumínica alta afecta el sistema fotosintético, provocando amarillamiento de las plantas con brácteas decoloradas y de tamaño pequeño, lo cual puede provocar una mayor incidencia de plagas; en contraste, con baja luminosidad en días nublados se pueden desarrollar hojas de mayor área con un color verde oscuro, pero se desarrollará una planta débil (Galindo-Gracia, 2012).

Humedad relativa

La cantidad de vapor de agua en el ambiente no presenta un efecto directo en el crecimiento de la nochebuena de sol, pero sí la afecta de manera indirecta al reducir la evapotranspiración con alta humedad relativa, y proporciona un ambiente adecuado para el desarrollo de enfermedades como Botrytis cinerea y Erysiphe sp. A bajas humedades relativas, la planta se deshidrata más rápido y se estresa. Para reducir la humedad relativa se puede emplear una densidad de población menor, es decir, no tener plantas de nochebuena de sol muy juntas. En cambio, una alta humedad relativa provoca problemas de deficiencia de calcio en las plantas, por lo que se sugiere realizar aplicaciones foliares de este elemento si esta condición se prolonga por varios días (Galindo-Gracia, 2012).

Cultivos Sin Suelo

La producción de cultivos sin suelo es una técnica en la cual el sistema radical de la planta se desarrolla en un medio distinto al suelo (infoAgro, 2016). En este tipo de cultivo, en todas sus variantes, las raíces se encuentran confinadas en un volumen limitado y aislado, por lo que la incidencia de las malas hierbas, nematodos, enfermedades de suelo, etc. se reducen. Por otro lado, permite un uso más eficiente del agua y de los fertilizantes utilizados y un mayor control de las condiciones climáticas, repercutiendo sobre el rendimiento productivo, tanto en cantidad como en calidad de cosecha (Intagri, 2016).

Ventajas:

- Menor dependencia de los fenómenos meteorológicos.
- Producción de cosecha fuera de temporada por lo que se pueden conseguir mejores precios.
- Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que permite el ahorro de este recurso tan limitado. Se pueden instalar sistemas de riego cerrados en los que se recircule el drenaje.
- Ahorro de fertilizantes (los cultivos sin suelo utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente) y productos fitosanitarios (menor influencia de enfermedades de suelo, por tanto, menos tratamientos desinfectantes).
- Reducción del consumo de energía empleado en las labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o para la plantación.
- Mayor higiene de la finca por lo que previene la aparición de enfermedades de origen criptogámico.
- Rápida recuperación de la inversión.
- Mayor cantidad, calidad y precocidad de la cosecha, siempre y cuando el manejo del cultivo sea minucioso, lo cual se traduce en la obtención de mejores precios. Los sistemas sin suelo permiten un mayor conocimiento del estado del cultivo, pero para su interpretación requieren de un manejo más

cualificado que cuando se dispone de suelo, debido al gran poder tampón que ejerce el suelo sobre el cultivo.

- Posibilidad de mecanizar y robotizar la producción.
- Anula los riesgos de erosión derivados de un mal manejo del suelo.
- Uniformidad en los cultivos y homogeneidad en el desarrollo del sistema radicular.
- No requieren de abonado con materia orgánica (InfoAgro, 2016).

Desventajas:

- Costo elevado de la infraestructura e instalaciones necesarias que configuran el sistema.
- Costo de la energía consumida por las instalaciones.
- Producción de residuos sólidos, a veces difíciles de reciclar.
- Acumulación de drenajes cuando se riega con aguas de mala calidad.
- Contaminación de acuíferos cuando se practican vertidos improcedentes.
- Costo de las instalaciones y energía necesaria para reutilizar parte de los drenajes producidos.
- Por sí solo, el cultivo sin suelo no asegura rendimientos mayores.
- Mayor dificultad de manejo debido a que requiere de una mayor atención a los pequeños detalles. Cualquier alteración puede dar lugar a grandes pérdidas ya que las plantas cultivadas bajo estos sistemas son mucho más susceptibles a los cambios (infoAgro, 2016).

Solución Nutritiva y Su Manejo

El objetivo de la nutrición es aportar los nutrimentos esenciales en las cantidades necesarias en el momento adecuado para explotar el potencial genético y productivo del cultivo. En la etapa de desarrollo vegetativo es cuando se demanda mayor cantidad de nutrimentos. Las plantas requieren de los mismos elementos minerales para alimentarse cada una con diferentes dosis, siendo un poco diferente en cada etapa del ciclo de la planta. De acuerdo con la cantidad de fertilizantes utilizados para preparar la solución nutritiva, esto varía dependiendo de la condición del cultivo ya que cada cultivo tiene diferentes mecanismos de producción. Los nutrientes minerales tienen dos tipos de clasificación, en la primera se clasifica según la demanda que tiene en la planta (macros y micronutrientes), la segunda clasificación involucra las cargas que poseen (aniones y cationes). Entre los macronutrientes se encuentran principalmente a nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). De estos el N es la de mayor demanda por las plantas debido a que es un nutriente causante del crecimiento y desarrollo por su presencia en estructuras, reacciones metabólicas, aminoácidos, en moléculas de clorofila, ADN y ARN, asimismo, es altamente móvil en la planta y se encuentra en dos formas de absorción: nitratos (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) (Lara-Herrera et al., 1999).

La solución nutritiva (SN) es parte fundamental en la hidroponía; de la SN depende la magnitud y calidad de la producción. Los aspectos más importantes de la SN son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura. La relación mutua entre los aniones y entre los cationes debe corresponder a la que demandan las plantas, estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de la planta en este caso de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). disminuyen al pasar de la etapa vegetativa a la reproductiva y de ésta a la de desarrollo del fruto. La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayores que 6 dS m^{-1} se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, desbalance entre éstos; pero una CE menor que 2 dS m^{-1} , es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías. El pH de la SN

determina la solubilidad de algunos nutrimentos, principalmente de P y Ca^{2+} , para evitar su precipitación, el pH debe ser mantenido entre 5.5 y 6.0 (Lara-Herrera et al., 1999).

El proceso de fertirrigación inicia con el cálculo y preparación de la solución nutritiva. Una vez preparada se procede con el suministro mediante el sistema de riego. ya que inicio la inyección de la solución nutritiva es necesario llevar un monitoreo con el fin de mantener las condiciones óptimas de pH y CE en el entorno radicular para absorción equilibrada del agua y los minerales, para ellos es conveniente conocer los rangos de operación:

Limites recomendables de pH

- Límites de pH de la solución: 5,5 a 6,5
- pH recomendable de la solución: 5,8 a 6,2(Lara-Herrera et al.,1999)

Conductividad eléctrica

- La CE es la variable más empleada para el control de la solución nutritiva
- Se fija un valor de CE de control para la solución de riego y la de drenaje, y estas se están monitoreando a la entrada y salida
- El sistema de control puede regular el valor consigna de CE en función de las condiciones climáticas (por ejemplo, la intensidad de radiación solar) (FAO et al., 2014).

Importancia de la Nutrición Mineral

La nutrición de una planta para su desarrollo es base de una serie de sustancias orgánicas minerales simples, agua, energía radiante (luz y temperatura) (Cortes-Vivar et al., 2007). Cuando la flor de nochebuena comienza su transición de la fase de crecimiento vegetativo hacia la fase de desarrollo de flores y brácteas, la planta exige menos nutrimentos. Antes de que se inicie esta fase de transición, se vigila atentamente la conductividad eléctrica con el fin de evitar que el contenido en sales sea muy elevado (Cantin, 2016). Para que un elemento se considere esencial para las plantas debe cumplir con tres requisitos:

- a) Las plantas deben ser incapaces de completar su ciclo de vida en ausencia del elemento mineral.
- b) Las funciones del elemento no podrán ser sustituidas por algún otro.
- c) El elemento debe estar directamente involucrado en el metabolismo de las plantas.

La tasa de absorción de aniones y cationes por las células de las raíces se puede modificar por muchos factores, dentro de los más importantes están: valencia del ion, concentración del oxígeno en el suelo, temperatura, carbohidratos disponibles y luz, interacciones entre iones, pH, relaciones entre cationes y aniones, concentración externa y concentración interna y estado nutricional. En la actualidad se sabe que, de los 116 elementos, 60 se han encontrado en las plantas considerando solo 15 esenciales para su desarrollo (Cortes-Vivar *et al.*, 2007).

Los nutrientes minerales, como el nitrógeno, fósforo o potasio, son elementos que las plantas adquieren del suelo en forma de iones inorgánicos. Todos los nutrientes minerales son reciclados a partir de todos los organismos vivos, pero entran en la biosfera principalmente gracias al sistema radicular de las plantas. Una vez que los elementos minerales son absorbidos por las raíces, éstos son transportados (translocados) a otras partes de la planta, donde van a ser usados en diferentes funciones biológicas. Otros organismos, como los hongos micorrícicos y las bacterias fijadoras de nitrógeno pueden participar con las raíces en la adquisición de nutrientes minerales. (Hernández-Cortés *et al.*, 2013). Las plantas utilizan menos del 50% de los fertilizantes que se aplican en el suelo los nutrientes no absorbidos por la planta son lixiviados.

Cuadro 1.-Los elementos esenciales se clasifican como macronutrientes y micronutrientes de acuerdo a la concentración a la que aparecen en los tejidos vegetales:

Macronutrientes (>40 ppm)	Micronutrientes (<10 ppm)
Nitrógeno (N)	Cloruro (Cl)
Potasio (K)	Hierro/ fierro (Fe)
Calcio (Ca)	Manganeso (Mn)
Magnesio (Mg)	Sodio (Na)
Fosforo (P)	Zinc (Zn)
Azufre (S)	Cobre (Cu)
Silicio (Si)	Boro (B)

Hernández-Cortés et al. (2013).

Función del Calcio (Ca)

En el proceso de conservación de energía, la ventilación se minimiza lo que reduce el flujo de aire y aumenta la humedad relativa. El contenido de calcio en los tejidos es un factor determinante para la reducción de la quemadura del borde de brácteas (QBB) durante la expansión de las brácteas. La cantidad de calcio absorbida por las brácteas está influenciada por el suministro de calcio en el sustrato de cultivo y, de manera aún más importante, por el movimiento del agua en las raíces y a través de la planta impulsada por la transpiración foliar. La humedad relativa alta inhibe la transpiración y por consiguiente el movimiento del calcio a través de la planta. A medida que las condiciones climáticas se tornan más inclementes, las plantas comienzan a competir por espacio y el flujo del aire a través de la copa de la planta se reduce (Piedraita, 2012).

Función del Potasio (K)

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. Resulta evidente que el potasio juega un papel importante como regulador osmótico y, por tanto, resulta fundamental en las relaciones hídricas de la planta. Interviene, igualmente en la estabilización de pH celular, contrarrestando la carga negativa de los ácidos orgánicos y aniones inorgánicos, tales como Cl^- (SO_4^{2-}) (Cruz-Esquivel *et al.*, 2013).

Función del Magnesio (Mg)

El magnesio es necesario en todas las plantas verdes, dado que es el componente central de la molécula de clorofila. Cada molécula de clorofila contiene un átomo de magnesio el cual significa el 2.7% del peso molecular de la clorofila. Del total de magnesio en la planta, menos del 0.1% está presente en la clorofila; la mayoría de este catión se encuentra unido con ácidos orgánicos y con aniones inorgánicos. Desempeña también un papel importante en la translocación del fósforo en la planta y posiblemente a consecuencia de esto, se acumula en las semillas de las especies ricas en aceites, pues el aceite va acompañado de una acumulación de lecitina, un lípido que contiene fosfato. El magnesio es un activador de una gran cantidad de enzimas como son: enolasas, hexoquinasas, pirofosfatasa, carboxílicas, fosfoquinasas, glutaminosintetasa etc. También es requerido para la descarboxilación oxidativa del ácido pirúvico para formar acetil--CoA. El magnesio actúa como un elemento de unión para la agregación de las subunidades de los ribosomas, proceso que es necesario para la síntesis de proteínas. Cuando el nivel de magnesio es deficiente, las subunidades ribosomales se disocian y se detiene la síntesis de proteínas. También es requerido por la RNA--polimerasa e incrementa la formación de RNA en el núcleo (Eudigio-Nieves., 2011).

Respuesta de los Cultivos a K, Ca y Mg

Para la producción de los cultivos de hortalizas la solución debe ser ajustada a determinado cultivo. Así los que producen hojas (lechuga, apio, acelga, etc.) requieren más nitrógeno que los cultivos que producen bulbos y frutos, ya que este es un elemento importante para tener un rápido crecimiento vegetativo de la planta (Khalajabadi, 2012).

El K su absorción se encuentra relacionada con el nivel de Mg y Ca, ya que un exceso de este reduce la absorción de Ca y Mg. Los aportes de K en cultivos al aire libre se pueden fraccionar, pero no deben superar dosis de 200 Kg ha⁻¹ por aplicación. En cultivos de lechuga en invernadero, con producciones entre 60 a 65 Ton ha⁻¹, se requieren alrededor de 200 a 350 Kg ha⁻¹ de K₂O. El criterio de fertilización potásica es distinto al del N, debido a la menor movilidad de este nutriente en el suelo. Es difícil acceder a umbrales que se adapten a la gran variación de condiciones de manejo y ambientes de producción hortícola (Khalajabadi, 2012). El cultivo con deficiencia de calcio presenta síntomas como: Puntas quemadas, muerte y arrugamiento por las orillas de las hojas más jóvenes, pudrición apical del fruto de tomate, la muerte de puntos de crecimiento y raíces podridas o caféas.

Balance Ca y K

La absorción del Ca, dependiendo de su concentración en la solución nutritiva, se puede disminuir a causa del antagonismo que presenta con el K, Mg y amonio, esto es que dichos cationes pueden competir con el Ca en la absorción por la raíz. Para evitar la competencia no se deben suministrar en exceso, únicamente lo que requiere la planta; no obstante, la absorción de calcio se estimula por el nitrato (Torres-Olivar *et al.*, 2015). El aumento de las relaciones Ca/K en soluciones nutritivas reduce el crecimiento de las plantas de belladona. Esto es evidente en el alargamiento reducido de todos los tallos, particularmente en las ramas de floración simpodial, y en los pesos frescos y secos de todas las partes de la planta. Parece haber un aumento concurrente en la proporción de hoja a planta total a expensas del tallo y la raíz. Concentraciones crecientes de K (20, 200, 2000 µM) en la solución

nutritiva deprimió la absorción de Ca y la concentración en las plantas de cebada que crecen bajo concentraciones de Ca (250 y 2500 μM). El aumento de K de 20 a 200 μM deprimió la absorción de Ca, más que aumentar el K de 200 a 2000 μM K. La fuerte depresión de la absorción de Ca por las bajas concentraciones de K debe implicar una diferencia en el proceso de absorción. Desde la depresión en la absorción neta de Ca fue tan grande a 250 que a 2500 μM de Ca, los resultados no son compatibles indica que un mecanismo específico para la absorción de Ca opera a bajas concentraciones de Ca. Se sugiere que, a las bajas concentraciones de K y Ca que probablemente se encuentren en la superficie de la raíz, el efecto antes mencionado de K en la inhibición de la absorción de Ca puede ser importante en la nutrición de Ca de las plantas (Palma, 1994).

Balance Ca y Mg

Los rendimientos en el cultivo de alfalfa en los suelos aumentaron con la adición de carbonatos, el extenso relación Ca:Mg en las muestras tratadas no tuvo ningún resultado sobre el efecto del rendimiento, excepto en un suelo donde el pH se redujo ligeramente por encima en el punto neutral. El carbonato de magnesio redujo el calcio en las plantas más que el carbonato de calcio reduce el magnesio. El carbonato de calcio tiende a ser ligeramente más efectivo que el de magnesio en el aumento del contenido de fósforo de las plantas. Un suelo clasificado como Latosol de textura media con el propósito de estudiar el efecto de las variaciones en las relaciones de Ca:Mg en la producción y absorción de nutrientes en ajo (*Alium sativum* L.). Se aplicaron siete tratamientos a base de carbonatos de Ca y de Mg (relaciones 0:1, 1:0, 1:10, 1:4; 1:1, 4:1 y 10:1); manteniendo constante la saturación de bases en 75%, mediante la aplicación de K. Los tratamientos lograron modificar los contenidos y las relaciones en la fase intercambiable, en la solución y en las hojas. La relación de Ca:Mg afectó la producción solamente cuando fue muy desbalanceada, como consecuencia de contenidos mayores de Mg frente al Ca. Para relaciones altas de Ca:Mg la producción no se afectó (Jacob, 1998).

El sistema radicular de las plantas absorbe selectivamente el Ca y el Mg y es capaz de asegurar las proporciones requeridas de nutrientes, a pesar de las

variaciones de las relaciones en el suelo. El mantener un adecuado pH y un adecuado nivel de Ca y de Mg para el crecimiento de las plantas es esencial para asegurar buenos rendimientos (IPNI, 2019).

Los vegetales toman calcio y magnesio soluble que se encuentran en equilibrio con el intercambiable, la magnitud de ambas formas varía en función de la absorbido por las plantas y del perdido por percolación. Como el calcio se encuentra en cantidades mayores en el complejo de cambio y en la solución del suelo, se comprende que el elemento se pierde por lavado es mayor que el Mg. Condiciones de aridez anula la posibilidad de lixiviación y en suelos de regiones tropicales donde la precipitación es elevada, la lixiviación también lo es, tal es el caso de los suelos pertenecientes al orden Oxisol (Pellegrini-Andrea, 2017).

Balance de K, Ca y Mg en la producción de Biomasa

Un adecuado manejo de nutrición y fertilización de cultivos permite mejorar el balance de nutrientes. Existe gran cantidad de información en cuanto se refiere a las ventajas agronómicas, económicas y ambientales de la nutrición y fertilización equilibrada misma que produce mejores rendimientos en los cultivos y mejoran la sustentabilidad de los sistemas de producción (González y Pomares, 2008).

La disponibilidad de calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) para las plantas, no solo depende de su contenido en el complejo de cambio en la solución, sino también de la competencia que se puede presentar entre estos elementos; comportamiento que varía de acuerdo con la selectividad catiónica de los suelos. En maíz (*Zea mays*) demostraron que el K puede inhibir la absorción de Mg cuando la concentración de este último en la solución externa es baja, en tanto que el Mg no afecta la absorción de K; es más, su influjo puede aumentarse con las altas concentraciones de Mg en el medio externo. En contraste a lo anterior, hallaron que un exceso de Mg, junto con una baja concentración de K, disminuye la actividad de la enzima nitrato reductasa y la concentración de azúcares en las hojas de arroz (*Oriza sativa*), como consecuencia de un fuerte efecto antagónico; en tal caso, la deficiencia de Mg no se compensó por un moderado suministro de K, pero se acrecentó con el exceso de K, hecho que sugiere roles específicos de Mg, tanto en

la producción de la biomasa seca como en la distribución de los asimilados de carbono en la planta de arroz (Bertsch., et al1991).

En un trabajo desarrollado sobre un Latosol de Brasil, evaluaron el efecto combinado de la nutrición potásica (siete dosis) y el encalamiento con cal dolomítica (cinco niveles) en soya (*Glycinemax*). Cuando la relación $(Ca+Mg)/K$ intercambiables era superior a 36 ó la relación de los contenidos foliares $(Ca+Mg)/K$ superior a 3.6, se obtuvieron las menores producciones de materia seca. Las producciones más altas, asociadas a un “mejor equilibrio” de los niveles foliares de K, Ca y Mg, se obtuvieron cuando esta relación en el suelo se encontraba entre 20 y 30; parámetro que mostró ser un índice importante para determinar la disponibilidad de K^+ en el suelo para este cultivo (Navarro, 2003). Con el propósito de hallar un buen balance entre Ca y Mg para el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la región de Cerrado (Brasil), Silva (1980) determinó el efecto de diferentes tratamientos a base de carbonatos de Ca y de Mg (proporciones 4:1, 3:1, 2:2, y 0:4), de P (0, 75, 150 y 300 mg kg^{-1}) y de K (0, 50 y 100 mg Kg^{-1}). La respuesta del rendimiento en materia seca presentó el mismo comportamiento para todos los niveles de P y K dentro de cada relación de Ca y Mg. La biomasa de las raíces y de la parte aérea se disminuyeron al reducir las relaciones Ca:Mg, siendo la mejor relación el tratamiento más alto de Ca y la más baja de Mg; mediante el cual se lograron entre el 63 y 70% de saturación de Ca para los dos suelos (Havlin et al., 1999). Con el fin de estudiar el efecto de los cambios en las relaciones entre Ca y Mg (0,5, 1, 2, 4, 6 y 8) sobre el crecimiento y producción de frijol, llevaron a cabo una investigación con dos suelos lateríticos de Brasil, a los que aplicaron carbonato de Ca y de Mg. Los tratamientos influyeron sobre la toma de estos dos elementos; en este sentido el incremento de la relación se tradujo en una elevación de Ca y la reducción de Mg. Pese a lo anterior las variaciones obtenidas en las relaciones en referencia no afectaron los rendimientos de la materia seca de las plantas (Khalajabadi, 2012). En una investigación en la que se utilizó un suelo clasificado como Tipic Haplortox, para evaluar el efecto de tratamientos resultantes de la combinación factorial de tres niveles de saturación de bases intercambiables (40, 60 y 80%) y siete relaciones de Ca/Mg (1, 2, 4, 6, 8, 10 y 12) sobre el maíz. Las

variaciones de las relaciones Ca/Mg no afectaron el rendimiento de la materia seca. Los aumentos en las relaciones de Ca/Mg condujeron al aumento de Ca y la disminución del Mg en el tejido. Los incrementos en los contenidos de Mg en suelos con niveles semejantes de Ca intercambiable disminuyeron su concentración en el tejido de maíz. Un comportamiento semejante se observó con relación al Mg intercambiable (Bertsch et al1991).

Estudios demuestran que existe un efecto positivo entre la cantidad de Mg que un cultivo absorbe y el crecimiento de la raíz y las partes aéreas de una planta, la relación entre la parte área sobre las raíces aumenta en plantas con deficiencia (parte aérea/raíz), este efecto adverso se desarrolla mucho antes que se aprecie la clorosis en las hojas. Por otro lado, se ha encontrado que, en deficiencia de Mg, las concentraciones de carbohidratos, azúcares reductores y almidones aumentan en las hojas (Intagri, 2015). Existe una relación muy estrecha entre la presencia de Mg en el suelo y el peso de la raíz en cultivos como frijol, chícharo y arroz establecidos en suelos ácidos (Intagri, 2015).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento

Este experimento se llevó a cabo en el periodo del 18 de marzo del 2017 al 07 de diciembre del 2017, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, dentro de las Instalaciones del Departamento de Horticultura en los invernaderos de tipo capilla modificados de baja a mediana tecnología, localizados en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, dentro de las coordenadas 25°22'22.9" latitud Norte, 101°01'27.6" longitud Oeste, altitud 1743 msnm, precipitación anual de 460.7mm y un promedio en temperatura anual de 17 °C.

Material vegetativo

Para este experimento fueron utilizados esquejes de nochebuena del cv. Prestige, las cuales fueron adquiridas del vivero internacional SA. de CV. en Cuautla, Morelos. Este cultivar tiene buenas características como intensidad del color, el tamaño de las brácteas es más grande, además de ser compacta, con una estructura bien ramificada y una altura de planta intermedia, resistente al transporte y manejo de postcosecha por tal motivo tiene mayor vida de anaquel.

Trasplante

Se realizó el 18 de marzo del 2017, utilizando esquejes de nochebuena ya enraizados y aclimatados, a su vez fueron trasplantados en contenedores de polietileno negro con una capacidad de 12 litros, el sustrato utilizado para el llenado de los contendores fue una mezcla de fibra de coco, peatmoss y perlita con una relación de 35/35/30 v/v, posteriormente se agregaron 3 g de bicarbonato de sodio para regular el pH, en cada contenedor fue plantada un esqueje enraizado.

Tratamientos

Se evaluaron en total 10 tratamientos, mismo que fueron obtenidos mediante un programa estadístico utilizando las concentraciones mínimas y máximas para calcular el balance de K, Ca y Mg (Cuadro 2).

Cuadro 2.- Tratamientos evaluados en las plantas nochebuena cv. Prestige.

Tratamientos	K-Ca-Mg (meL ⁻¹)	Suma de cationes
1	(3.0 – 10.4 – 6.6)	20
2	(6.0 – 12.0 – 2.0)	20
3	(3.0 – 12.0 – 5.0)	20
4	(7.0 – 9.0 – 4.0)	20
5	(5.7 – 7.7 – 6.6)	20
6	(5.6 – 10.7 – 5.7)	20
7	(7.1 – 8.6 – 4.4)	20
8	(11.0 – 7.0 – 2.0)	20
9	(11.0 – 5.0 – 4.0)	20
10	(8.5 – 9.5 – 2.0)	20

Diseño experimental

El diseño que se utilizó que fue el de bloques completos al azar con un total de 10 tratamientos con cuatro repeticiones y cada repetición con dos plantas, sumando un total 80 unidades experimentales debidamente ordenadas, manteniendo una separación en forma que no existiera competencia entre ellas por la cantidad de luz y movimiento de aire a fin de lograr un óptimo crecimiento de las plantas.

MANEJO DEL CULTIVO

Riego y nutrición

Al momento del trasplante se realizó un riego pesado con agua de llave y al tercer día después del trasplante, las plantas fueron irrigadas manualmente con las soluciones nutritivas correspondientes de cada tratamiento. La frecuencia de riego fue cada tercer día, aplicando 1 L de solución nutritiva en cada maceta en las primeras etapas de crecimiento y posteriormente fueron 1.5 L, asegurando un lixiviado o por ciento de drenaje entre 25-30%, para evitar la acumulación de sales en el medio de crecimiento.

Podas

Se realizaron tres podas con la finalidad de darle forma a la planta y obtener una estructura más completa con mayor cantidad flores, ya que entre más podas se realicen más flores se obtendrán por planta. Una vez establecido nuestro experimento se llevó a cabo el despunte mediante el uso de tijeras para podar previamente desinfectadas con una solución de cloro al 10%; la primera poda se realizó el 23 de marzo de 2017 y consistió en la remoción de la parte superior del tallo principal, esto se hace para romper la dominancia apical y promover el desarrollo de nuevos brotes laterales, para esto se dejaron seis yemas por debajo del punto de poda en cada planta. La segunda poda fue realizada el 29 de mayo del mismo año, asimismo se dejaron de dos a tres yemas en cada brote, la tercera y última poda se hizo el día 17 de julio del año 2017 dejando 1 a 2 yemas por brote, se obtuvo un total promedio de 18 tallos por planta.

Majo del fotoperiodo

Este método consiste en implementar noches artificiales requeridas de acuerdo con la fisiología de la planta para cambiar del estado vegetativo al estado reproductivo, ya que estas plantas inician la floración cuando la duración del día es menor de 12.5 o bien por debajo de su periodo crítico. Se instaló un plástico de polietileno color negro, calibre 600 para reducir las horas de luz del día o fotoperiodo, a partir del 15 de septiembre al 15 de noviembre del 2017, realizando actividades para cubrir con el plástico el área donde se desarrolló el cultivo en horario de 5:00 pm a 8:00 am consecutivamente.

Manejo de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades son una de las situaciones que causa un gran problema en el cultivo, afectando gravemente la calidad física de la planta, así mismo, ocasionando graves daños económicos. En este experimento se llevó a cabo un manejo preventivo aplicando cada 15 días de forma foliar o vía drench según el caso que se quería prevenir, siendo las plagas más frecuentes la mosquita blanca, araña roja y en enfermedades fueron relacionadas por los hongos provocando así la pudrición de las raíces por *Rhizoctonia*, *Phytophthora* sp, *Phytium* y botrytis en la parte aérea.

Cuadro 3.- Insecticidas y fungicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades

Nombre comercial	Ingrediente activo	Tipo de productos	Control	Dosis
ABAMECTINA	Abamectina	Insecticida- acaricida	Araña roja	0.30 – 0.50 L/Ha
ADMIRE 350 SC	Imidacloprid	Insecticida	Mosquita blanca	0.5 – 1L /Ha
CONFIDOR	Imidacloprid	Insecticida	Mosquita blanca	0.5 – 1L /Ha

AGRIMY	Estreptomicina y oxitetraciclina	Bactericida	Pudrición de raíz, Phytium, tizón	600g/100L de agua
MILOR	Metalaxil-clorotalonil	Fungicida	Rhizoctonia, Phythophthorasp, phytium, Tizón	2-3 Kg/Ha
BROTAN 77 PH	Dicloran	Fungicida	Botrytis, Damping off	3-4 Kg/Ha
RIDOMIL	Metalaxil	Fungicida	Pythium	1.5-2.5L/Ha

Cosecha

La cosecha se realizó el día 07 de diciembre del año 2017, en general esto se realiza cuando las brácteas estén coloreadas en un 85%; sin embargo, el índice de madurez se da cuando está desarrollado los nectarios (polen visible), se realizó muestreos completamente destructivos, tomando 7 plantas de cada uno de los tratamientos mismo que se procediendo a tomar las siguientes variables.

Variables a Evaluar

Peso seco de la raíz

Para tomar los datos de esta variable, primeramente, se extrajeron del contenedor para después lavar la raíz con el fin de eliminar los restos del sustrato, quedando únicamente la raíz libre de impurezas, posteriormente se colocaron en bolsas de papel dejándolas escurrir en el invernadero para después meterlas a la estufa de secado a 65°C durante 72 horas y pesar la raíz totalmente seca con la ayuda de una balanza analítica.

Peso seco del tallo

Este dato se sacó posteriormente de separar este órgano de la planta mismo, después fueron colocarlos en bolsas de papel rotulado con el número del tratamiento y colocarlos en la estufa de secado a 65° C por 72 horas o hasta que la

muestra alcanzara un peso seco constante, la cual se registró el peso utilizando una balanza analítica.

Peso seco de la hoja

Esta variable se determinó después de separar únicamente las hojas de la planta y colocarlas en bolsas de papel e introducir las en la estufa de secado a 65°C por 72 horas que finalmente fueron pesadas para registrar el dato.

Peso seco de la bráctea

Se separó la planta en partes con la finalidad de tomar el peso de cada uno de los órganos, de igual manera fueron colocadas en bolsas de papel rotulando con el número de tratamiento y repetición e introducir las a la estufa de secado a 65° C por 72 horas y enseguida tomar el peso seco.

Peso seco total

Mediante una suma aritmética de los pesos secos de los diferentes órganos de la planta; raíz, tallo, hojas y brácteas se obtuvo el peso seco total.

Distribución de biomasa

Se utilizó el programa Excel para determinar la distribución de la biomasa de cada órgano, el cual se obtuvo dividiendo el peso de un órgano sobre peso seco total, el resultado se fue multiplicado por 100.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) bajo el diseño indicado y la comparación de medias de acuerdo con la prueba de Tukey (α 0.05) utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso seco de los diferentes órganos de la planta de nochebuena fue afectada significativamente por los diferentes balances de K, Ca y Mg en la solución nutritiva. La mayor acumulación de materia seca de raíz fue en aquellas plantas nutridas con el balance 6.0-12.0-2.0 me L⁻¹ en comparación con el balance 5.7-7.7-6.6 me L⁻¹ pues, este registro menor peso de este órgano. Cabe mencionar que en el peso seco del tallo se incrementó la materia seca con la solución nutritiva que contenía 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ ya que, con el balance 11.0-5.0-4.0 me L⁻¹ se presentó menor materia seca. Así mismo, la mayor materia seca de la parte aérea de la planta se presentó con el balance 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ comparando con aquellas plantas tratadas con 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ de K-Ca-Mg (Cuadro 4).

La materia seca de las hojas fue afectada significativamente por el balance K-Ca-Mg en la solución nutritiva (Figura 1). Las plantas irrigadas con las soluciones que contenían 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ de K-Ca-Mg registraron mayor peso seco de este órgano, mientras con el balance 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ se redujo la materia seca de hoja (Figura 1). El incremento del peso seco de las hojas puede ser debido una mayor concentración de Ca y Mg en la solución nutritiva y mientras que la disminución de esta se puede atribuir a una alta concentración de K y baja concentración de Mg, pues estos nutrientes son antagónicos entre sí. Sin embargo, el exceso de K puede no causar toxicidad en las plantas, pero induciría deficiencias de otros nutrientes (Wade, 2019). El Mg es el principal componente de la clorofila y es requerido para la actividad fotosintética, por lo que, la baja concentración de Mg afectaría negativamente el crecimiento de las plantas. En maíz deficientes de Mg redujeron sustancial de las tasas de asimilación neta de CO₂, provocando una reducción en la tasa de producción de biomasa (Jezek *et al.*, 2015). El Ca es básico para el crecimiento de las plantas debido a que participa en la división y expansión celular (White *et al.*, 2000). La planta nochebuena requiere altas concentraciones de calcio en la etapa del desarrollo vegetativo, alcanzando niveles igual a 10 me L⁻¹ (Torres-Olivar *et al.*, 2015).

Cuadro 4

Cuadro 4.- Efecto del balance de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) sobre el peso seco de los órganos de plantas de nochebuena cv. "Prestige".

K-Ca-Mg (me L-1)	Peso seco de raíz (g)	Peso seco de tallo (g)	Parte aérea (g)
3.0-10.4-6.6	23.7ab	53.5ab	131.2ab
6.0-12.0-2.0	25.6a	51.2bcd	126.7bc
3.0-12.0-5.0	22.4bc	57.0a	136.5a
7.0-9.0-4.0	23.8ab	46.6ef	118.7de
5.7-7.7-6.6	17.9e	52.2bc	123.8cd
5.6-10.7-5.7	20.7cd	47.3de	125.5bcd
7.0-8.6-4.4	21.1c	47.4de	127.2bc
11.0-7.0-2.0	18.3de	42.8f	109.7f
11.0-5.0-4.0	18.3de	45.6ef	115.8ef
8.5-9.5-2.0	20.6cd	48.2cde	122.5cde
CV (%)	10.00	7.57	4.94
ANOVA P≤	0.0001	0.0001	0.0001

CV= coeficiente de variación, ANOVA= análisis de varianza. Las letras a, b, c, d, e y f son las categorías obtenidas de la comparación de media con Tukey al 0.05.

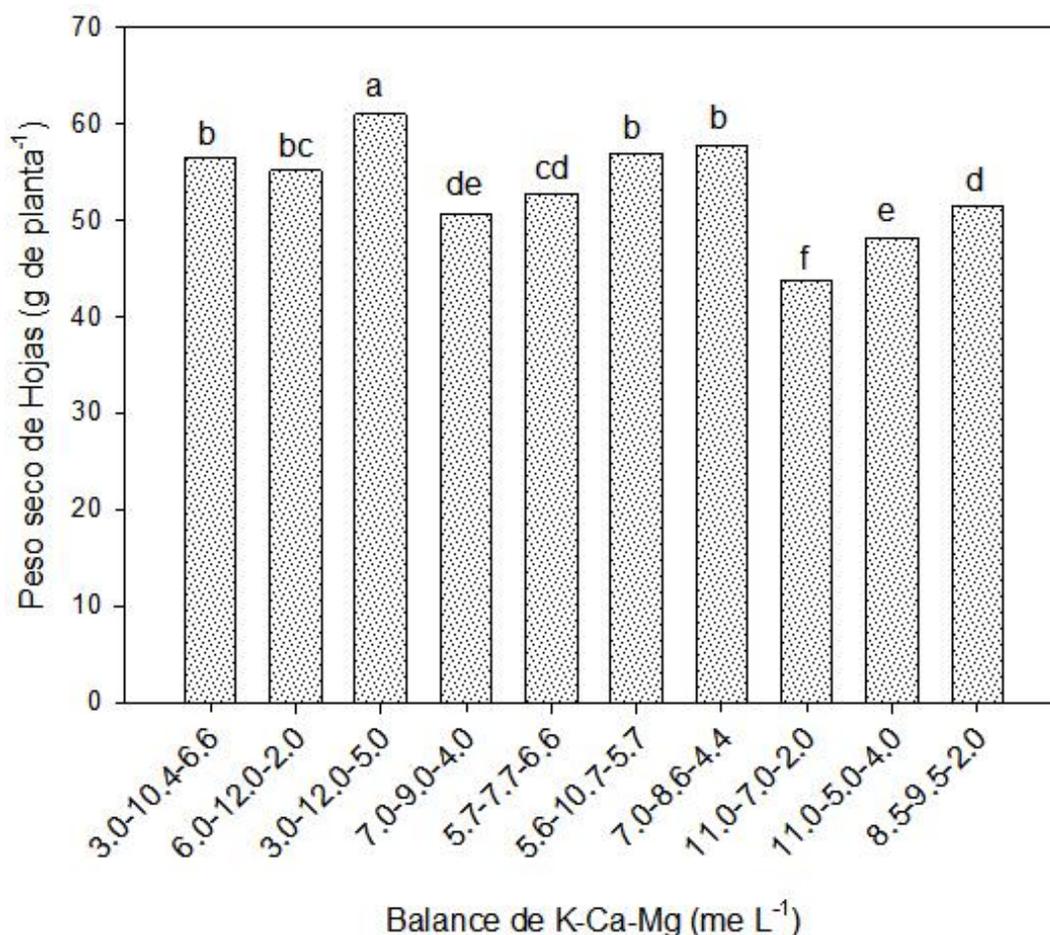


Figura 1.-Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre el peso seco de hojas en plantas de nochebuena cv. “Prestige”. Anova $P \leq 0.001$. Las letras a, b, c, d, e y f son las categorías obtenidas en la comparación medias con Tukey al 0.05.

Los diferentes balances de K, Ca y Mg en las soluciones nutritivas afectaron significativamente la materia seca de las brácteas (Figura 2). Las plantas que fueron irrigadas con el balance 3.0-12.0-5.0 y 5.7-7.7-6.6 me L⁻¹ de K-Ca-Mg presentaron menor peso seco de brácteas en comparación con los balances 11.0-7.0-2.0, 8.5-9.5-2.0, 11.0-5.0-4.0 y 7.0-8.6-4.4 me L⁻¹ ya que estos fueron las que tuvieron mayor acumulación de biomasa seca de este órgano (Figura 2). El incremento de biomasa en las brácteas es debido a que las plantas que recibieron estas soluciones presentaron en general menor peso seco de hoja (Figura 1) y puede ser que estas fueron nutridas con adecuadas concentraciones K y Ca ya que estos nutrientes

funcionan como expansión y división celular, por tal motivo hubo mayor tamaño y cantidad brácteas. Además, las funciones se encuentran directamente implicadas en la regulación del potencial osmótico de las células, enzimas implicadas en la respiración y fotosíntesis, regula la apertura y cierre de los estomas, y, por lo tanto, la absorción de CO₂ (Wang *et al.*, 2013). Similar resultado se ha encontrado en plantas *Phalaenopsis* que con 7.8 me L⁻¹ de K en la solución nutritiva se obtuvo la mayor longitud de hoja, flores más grandes e inflorescencias más largas (Yin-Tung, 2007).

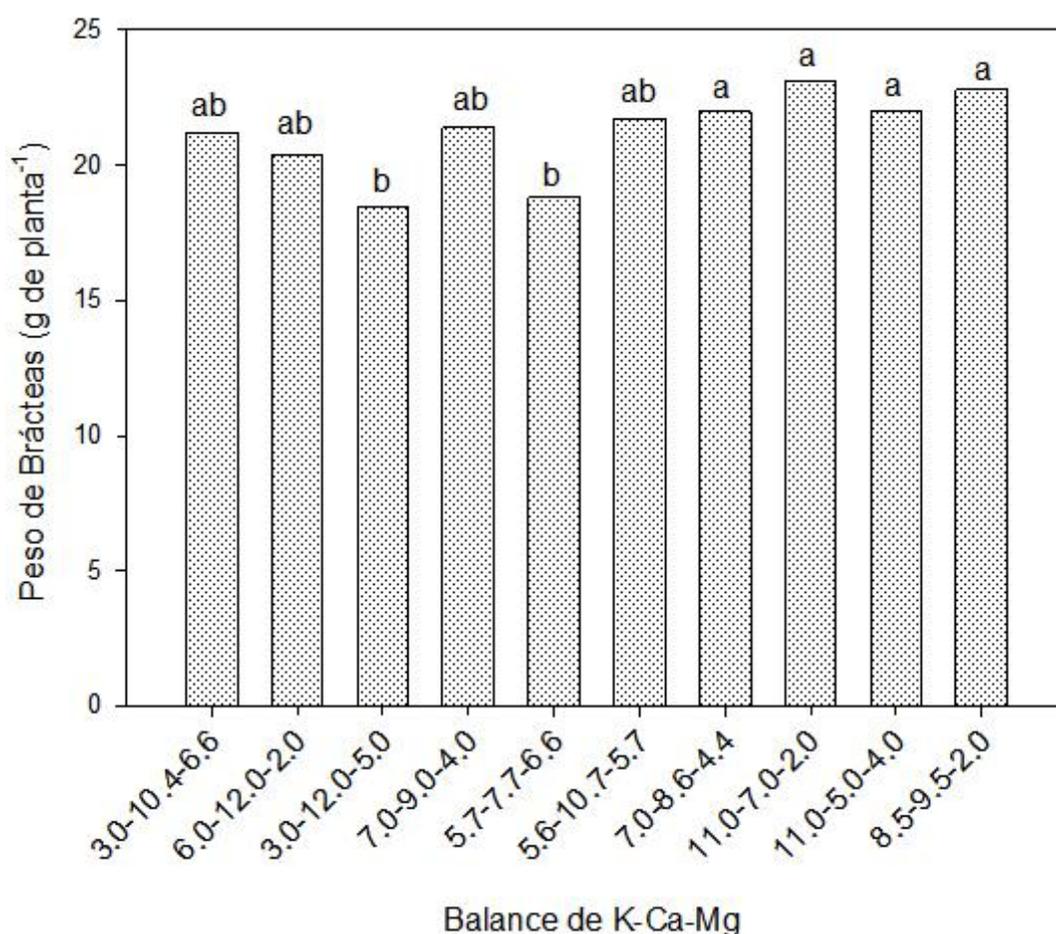


Figura 2.- Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre el peso seco de brácteas en plantas de nochebuena cv. "Prestige". Anova $P \leq 0.02$. Las letras a, b y c, son las categorías obtenidas en la comparación medias con Tukey al 0.05.

La producción de biomasa seca total fue afectada significativamente por el balance de K, Ca y Mg en la solución nutritiva (Figura 3). El mayor peso seco de las plantas se registró en aquellas que recibieron el balance 3.0-12.0-5.0 me L⁻¹ de K-Ca-Mg comparando con el balance 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹, pues este balance disminuyó la materia seca (Figura 3). Si bien, las plantas que fueron irrigadas con el balance 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ de K-Ca-Mg tuvieron menor biomasa total, pero mayor peso seco de brácteas y menor peso seco de hoja (Figura 1 y 2), lo que sugiere que fueron plantas más compactas y de mayor tamaño de brácteas. Sin embargo, aquellas plantas que acumularon mayor biomasa registraron menor peso seco de brácteas y mayor peso seco de hoja, esto indica que presentaban brácteas pequeñas.

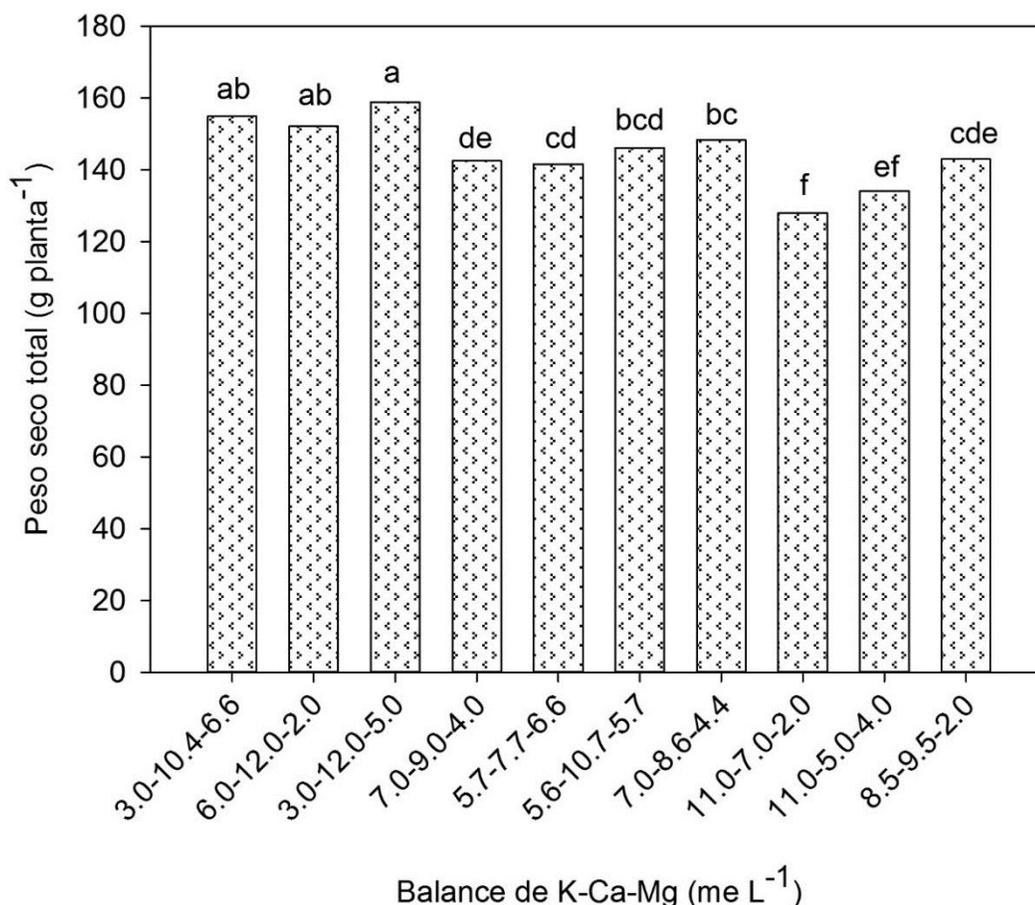


Figura 3.- Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre el peso seco total de las plantas de nochebuena cv. "Prestige". Anova $P \leq 0.001$. Las letras a, b, c, d, e y f son las categorías obtenidas en la comparación medias con Tukey al 0.05.

Distribución de la biomasa en los diferentes órganos (raíz, tallo, hoja y brácteas) de la planta fue influenciado por los balances de K-Ca-Mg en la solución (Figura 4). La proporción de la biomasa de raíz y brácteas fueron menores en comparación con la biomasa de tallo y hojas en los distintos balances. Sin embargo, las plantas tratadas con el balance 6.0-12.0-2.0 y 7.0-9.0-4.0 me L⁻¹ de K-Ca-Mg muestran mayor incremento de biomasa de raíz comparando con el balance 5.7-7.7-6.6 (Figura 4). La biomasa de tallo fue mayor con los balances 3.0-12.0-5.0 y 5.7-7.7-6.6 me L⁻¹ de K-Ca-Mg y el resto de los balances se comportó similar y en menor proporción. Asimismo, la biomasa de hoja se registra un incremento en los balances 3.0-12.0-5.0, 5.6-10.7-5.7 y 7.0-8.6-4.4 me L⁻¹ respectivamente, en comparación con el balance 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ ya que, tuvo menor proporción de este órgano, pero, las plantas que fueron nutridas con este balance (11.0-7.0-2.0) presentaron mayor biomasa de brácteas, mientras que, con el balance 3.0-12.0-5.0 disminuyó la proporción de biomasa de brácteas (Figura 4). Las plantas irrigadas con alta concentración de K, moderadamente de Ca y bajo en Mg (11.0-7.0-2.0) incrementó el crecimiento de las brácteas y de mayor calidad, que puede ser debido a que estos nutrientes influyeron en un equilibrio en la distribución de la biomasa. La calidad visual de las plantas ornamentales está determinada por un equilibrio adecuado del suministro de los nutrientes (Furtini et al., 2015). Asimismo, el K regula la fotosíntesis y la translocación de carbohidratos y el metabolismo, y en consecuencia determina el rendimiento y la calidad de los cultivos (Pettigrew, 2008). En plantas de tomate se ha reportado que la asignación de biomasa en la fruta aumentó mientras que en las hojas disminuyó al aumentar la concentración de Mg (20, 50 y 80 ppm) en la solución nutritiva (Hao and Papadopoulos, 2004).

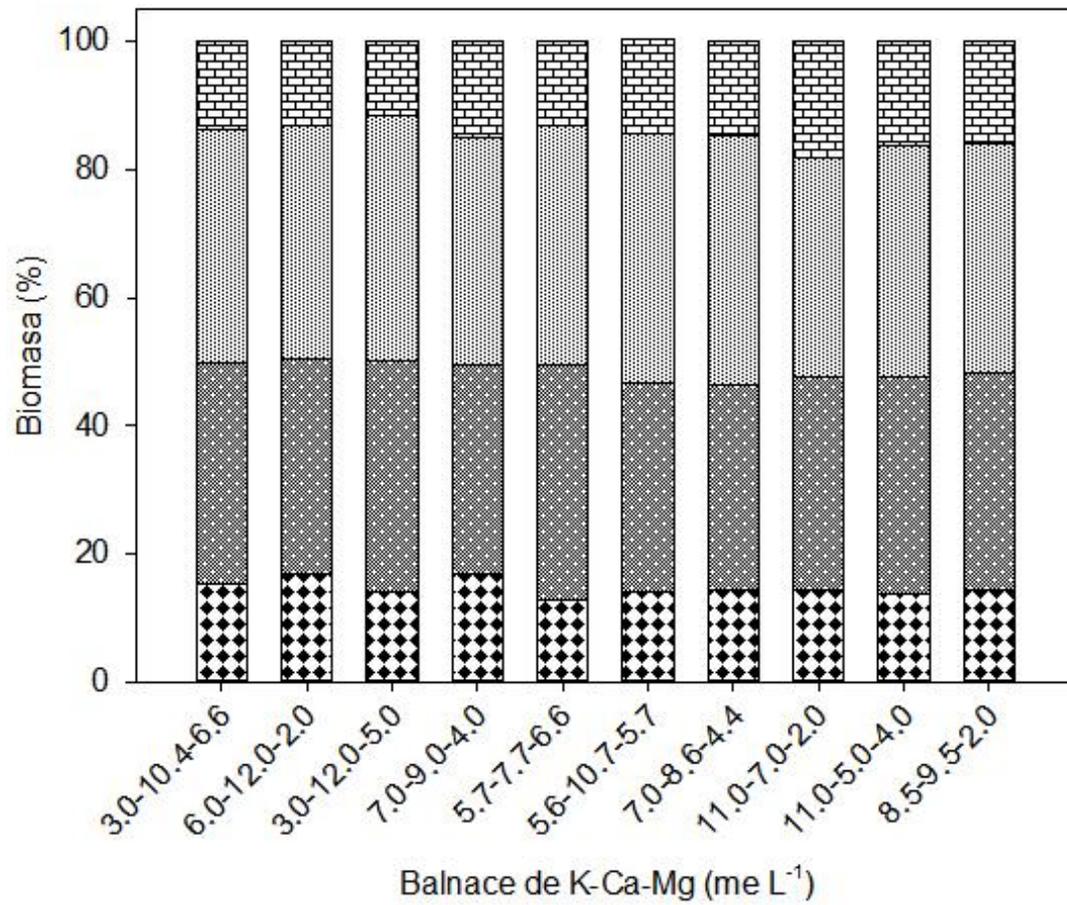


Figura 4.- Efecto del balance entre K, Ca y Mg sobre la distribución de biomasa en los diferentes órganos de las plantas de nochebuena cv. "Prestige".

CONCLUSIÓN

El balance adecuado de K, Ca y Mg en la solución nutritiva afecta positivamente la acumulación de biomasa en las plantas de nochebuena. El balance igual a 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹ incrementó la biomasa de las brácteas. Las plantas que recibieron 6.0-12.0-2.0 y 7.0-9.0-4.0 me L⁻¹ tuvieron mayor biomasa de raíz, así mismo los balances 3.0-12.0-5.0 y 5.7-7.7-6.6 me L⁻¹ promovieron mayor biomasa de tallo, mientras que, la biomasa de hoja fue aumentada al suministrar 5.6-10.7-5.7 y 7.0-8.6-4.4 me L⁻¹.

El balance que permitió mayor biomasa de brácteas y distribución adecuada de la biomasa en los diferentes órganos fue 11.0-7.0-2.0 me L⁻¹, estos parámetros afectan directamente la calidad de las plantas de nochebuenas.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Huerta M.G(2018).** Efecto del Balance de K-Ca-Mg en el Crecimiento, Tamaño de Brácteas y el Contenido Relativo de Clorofila en Plantas de Nochebuena Cultivar “Prestige Red”. tesis licenciatura. Saltillo, Coahuila, México.
- Agroasemex, S. (2016).** La más bella flor de nochebuena. Claridades agropecuarias No. 232(5). Consultado el 1 de octubre 2019.
- Agroasemex, S. (20 de 12 de 2017).** Obtenido de <https://www.gob.mx/agroasemex/articulos/la-flor-de-nochebuena-originaria-de-mexico-es-reconocida-en-el-mundo-como-simbolo-de-la-navidad?idiom=es> consultado 17 de octubre 2019.
- Cabrera-Rodríguez, J. Morán-Medina F. Torres-Quintero R. Pellón-Barraza A. y Granada-Carreto L. (2006).** Producción de nochebuena. INIFAP, 28(5): 5-11.
- Cantin, B. (2016).** Producir las mejores flores de nochebuena. Servicios técnicos guía práctica, 18. Pp. 35-39.
- Castillo (2015).** Obtenido de Informador.Mx. Septiembre 19 p. 2
- Conaplor. (2019).**Conaplor. Obtenido de consultado 29 de Agosto 2019. <http://conaplor.com.mx/catalogo/nochebuena-prestige-red/>
- Cortes-Vivar, R.A. (2007).** El cultivo de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.) una alternativa de producción en el Valle del Ocotito, Estado de Guerrero, México. Tesis Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cruz-Esquivel, L.D. (2013).** Relación Nitrogeno Potasio en la solución nutritiva sobre el desarrollo y calidad en plantas de nochebuena. <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2013062810128056.pdf> fpp 29-35.
- Hao, X. and Papadopoulos A. (2004).** Effects of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning, and fruit yield of winter greenhouse tomato. DOI:10.21273/hortsci.39.3.512.
- Fernández-Pavia, Y.L. (2013).** Respuesta de la nochebuena de sol *Euphorbia pulcherrima* cv. Valenciana al efecto de diferentes nutrientes bajo

condiciones de hidroponía en invernadero. Obtenido de:
<https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISDCH2013051708126977.pdf>

Furtini-Neto, A.E.; Volpi-Furtini B. K.; and Mattson, N.S. (2015). Nutrition and Quality in Ornamental Plants. *Ornamental Horticulturae*, 21(2): 139-150.

Galindo-García, D.V., Tejacal I.A. Valdez-Aguilar L.A., Colinas-León M.T. Villegas-Torres O.G., López-Martínez V. y Guillen-Sánchez D. (2015). Macronutrient extraction and growth of mexican native sun poinsettia varieties. *Revista Fitotecnia mexicana*. 38(3): 305-312.

Galindo-Gracia, D. V. (2012). Caracterización agronómica de la nochebuena de sol. Universidad Autonoma de Morelos, 31. Consultado 23 de Septiembre 2019.

Halstead, R.L., MacLean A.J. and Nielsen K.F. (1958). Ca:Mg ratios in soil and the yield and composition of alfalfa. *Canadian Journal of Soil Science*, 38(2): 85-93.

Hao-Xiuming. (2004). Effects of Calcium and Magnesium on plant growth biomass partitioning and fruit yield of winter greenhouse tomato. *HortScience: una publicación de la American Society for Horticultural Science*. 2018: 1-12.

Hernández-Cortés , J. A. (12 de septiembre de 2013). *cienciacebas*. Consultado 15 de julio 2019.

Infoagro, (Agosto 2016). **Cultivos sin suelo** Consultado 20 de octubre 2019.
<https://mexico.infoagro.com/sistemas-de-cultivo-sin-suelo/>.

IPNI (International Plant Nutrition Institute) Nuevas Tendencias en las Relaciones Calcio y Magnesio. *Informaciones Agronómicas* No. 12 10p. citado en noviembre 2019
[http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/C06FC0A1C95EEF708525801300599351/\\$FILE/Art%205.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/C06FC0A1C95EEF708525801300599351/$FILE/Art%205.pdf)

INTAGRI. (2017). La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Serie Horticultura Protegida. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. 5 p. México.
<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>. Consultado noviembre 2019.

- Jiuxin, G., Yamin J., Chen H, Zhang L., Yang J. Zhang J., Hu X., Ye X., Li Y. and Zhou Y. (2019).** Growth, photosynthesis, and nutrient uptake in wheat are affected by differences in nitrogen levels and forms and potassium supply. *Sci. Rep.* 9(1248). doi:10.1038/s41598-018-37838-3.
- Johansen, C., Edwards D.G. and Loneragan J.F. (1968).** Interactions Between Intact Barley Plants. Potassium and Calcium in Their Absorption by I. Effects of Potassium on Calcium Absorption'. *Plant Physiol.*, 43: 1717-1721.
- Khalajabadi, S.S. (2012).** Efecto de los cambios en las relaciones de calcio, magnesio y potasio. Tesis Doctoral, Medellín, Colombia.
- Lara-Herrera, A. (1999).** Manejo de la Solucion Nutritiva en la Producción de Tomate en Hidroponia. *Terra*, 7(3): 221-229.
- Pettigrew WT:** Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiol Plant* 2008, 133:670-681.
- Sagarpa. (2015).** Secretaria de agricultura, ganaderia, desarrollo rural pesca y alimentacion. Conacyt. Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/sni/convocatorias-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-sagarpa-conacyt/convocatorias-cerradas-sagarpa-conacyt/2015-05-1-sagarpa-conacyt/10379-demandas-del-sector-2015-5/file> (último acceso: 27 de Noviembre de 2018).
- Sans, D. (2017).** origen azteca de la flor de nochebuena y su historia . *Culturamas*. Consultado 25 de Agosto 2019.
- Sans, D. (2017).** origen azteca de la flor de nochebuena y su historia . *Culturamas* consultado 30 de julio 2019.
- Torres-Olivar, V. Villegas-Torres O. G. Valdez-Aguilar L. A. Tejacal I. López-Martínez V. y Trejo-Téllez L. (2015).** Respuesta de la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) a la relación nitrato:calcio en tres etapas fenológicas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* (12), 2345-2357.

- Torres-Olivar. (2015).** Response of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex Klotzsch) to nitrate:calcium ratio in three phenological stages. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 15: 2345-2357
- Valdez-Aguilar, L.A.(2015).** Sustratos Y Regimenes De Nutrición En La Producción De Nochebuena (*Euphorbia Pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch.). *Memorias del primer simposio de Nutrición de Ornamentales*, Morelos, México pp 28-30.
- Wade, K. (2009).** PlantProbs.net. Obtenido de Citado noviembre de 2019. <https://plantprobs.net/plant/nutrientImbalances/potassium.html>.
- Wang, Y. (2007).** Potassium Nutrition Affects Phalaenopsis Growth and Flowering. *HortScience*, 42(7): 1563-1567.
- Wang, M., Zheng Q., Shen Q. and Guo S. (2013).** The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. *International Journal of Molecular Sciences* 14(4):7370-90.