



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTILÁN**

**DESARROLLO DE PLANTAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Var.  
Freedom) UTILIZANDO DIFERENTES MEZCLAS DE FERTILIZANTES  
FOLIARES EN EL VIVERO DEL MUNICIPIO DE CUAUTILÁN IZCALLI, MEX.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

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

**CARLOS ALBERTO VICENTE HERNÁNDEZ**

**ASESORA: M.E. ELVA MARTÍNEZ HOLGUÍN**

**CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MEX. 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

### **A Dios**

*Quiero darle las gracias a dios por haberme dado a tan linda familia y por darnos la oportunidad de seguir adelante a pesar de todos los obstáculos que se nos han presentado en la vida, gracias.*

### **A mi asesora**

*Quiero agradecer a mi asesora por haber compartido conmigo este momento tan importante en mi vida, por su valioso apoyo para la realización de esta tesis, de antemano, gracias.*

### **A mis padres**

*Quiero compartir este gran logro con mi padre, se que significa mucho para ti, gracias por los consejos, apoyo y sobre todo por haberme guiado por el buen camino, sin tu esfuerzo esto no habría sido posible, gracias por confiar en mi.*

*Quiero agradecer a mi madre por todo el apoyo que me a brindado desde pequeño, gracias a ti pude salir adelante, pues me enseñaste a no darme por vencido, y que no importa que obstáculo se presente en mi vida siempre hay una manera de cambiar las cosas sin importar que difíciles sean, te quiero.*

### **A mis hermanos**

*Quiero agradecer a mis hermanos el haber compartido su confianza, cariño y entusiasmo, por esos bellos momentos que disfrutamos y que ahora comparten con sus familias e hijos, gracias.*

### **A mi padrino.**

*Quiero agradecer a mi padrino por su apoyo incondicional que le ha brindado a mi familia, por sus valiosos consejos y por la confianza que siempre nos ha dado. Gracias*

### **A mis amigos**

*Quiero darles las gracias a todos mis amigos por todo el apoyo brindado, por esos bellos momentos que compartimos juntos en los viajes y en la escuela, a toda la banda del carro rojo (Martin, Natalie, Isaura, Demetrio, Cesar, Claudia) a todos ellos, gracias.*

### **A mis compañeros**

*Agradezco a todos mis compañeros de clases, por haber compartido conmigo esas lecciones que a diario nos formaban para ser mejores cada día. Suerte a todos ellos.*

VICENTE HERNÁNDEZ CARLOS ALBERTO

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
III.	ANTECEDENTES.....	4
3.1	Producción de nochebuena.....	4
3.1.1	Importancia de la nochebuena en México y a nivel mundial.....	4
3.1.2	Aspectos taxonómicos y botánicos.....	4
3.1.3	Sistema de producción.....	5
3.1.4	Esqueje para autoconsumo.....	6
3.1.5	Preparación del esqueje.....	6
3.1.6	Sustrato.....	8
3.1.7	Características del sustrato.....	8
3.1.8	Llenado de macetas.....	9
3.1.9	Trasplante.....	9
3.1.10	Acarreo y acomodo de la planta en el invernadero.....	10
3.1.11	Condiciones óptimas del cultivo.....	10
3.1.11.1	Iluminación.....	10
3.1.11.2	Temperatura.....	11
3.1.11.3	Humedad.....	12
3.1.12	Nutrición de la nochebuena.....	13
3.1.13	Problemas que afectan el desarrollo de la nochebuena.....	18
3.1.14	Floración.....	19
3.2	Fertilización.....	19
3.2.1	Tipos de fertilizantes.....	21
3.2.2	Fertilizantes nitrogenados.....	21
3.2.3	Fertilizantes fosfóricos.....	23
3.2.4	Fertilizantes potásicos.....	26
3.2.5	Nutrientes secundarios.....	28
3.2.6	Calcio.....	28
3.2.7	Magnesio.....	29
3.2.8	Azufre.....	30
3.2.9	Nutrientes menores o micronutrientes.....	30
3.2.10	Cobre.....	31
3.2.11	Zinc.....	31
3.2.12	Molibdeno.....	32
3.2.13	Hierro.....	32
3.2.14	Manganeso.....	32
3.2.15	Boro.....	33

3.2.16 Cloro.....	33
3.2.17 Tipos de presentación de los fertilizantes.....	34
3.3 Bioestimulantes.....	34
3.3.1 Modo de acción de los bioestimulantes.....	35
3.4 Formulaciones a base de aminoácidos.....	36
3.5 Formulaciones a base de aminoácidos con vitaminas.....	37
3.6 Formulaciones a partir de algas.....	37
3.7 Formulaciones húmicas.....	38
3.7.1 Sustancias húmicas.....	38
3.7.2 Ácidos fúlvicos.....	39
3.7.3 Ácidos húmicos.....	40
3.8 Fertilización foliar.....	40
3.8.1 Categorías de la fertilización foliar.....	44
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
4.1 Ubicación del experimento.....	46
4.2 Acondicionamiento del invernadero.....	46
4.3 Acondicionamiento del área de enraizado.....	46
4.4 Material vegetativo.....	47
4.5 Enraizado de esquejes.....	47
4.6 Diseño experimental.....	50
4.7 Variables evaluadas.....	53
4.8 Material para la toma de datos.....	54
4.9 Manejo agronómico.....	54
V. RESULTADOS.....	55
5.1 Altura de planta.....	55
5.2 Número de tallos.....	57
5.3 Número de brotes por planta.....	59
5.4 Número de brácteas pigmentadas.....	61
5.5 Diámetro de las brácteas o conjunto floral.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES.....	67
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	68
IX. ANEXOS.....	71
Anexo 1. Análisis estadístico para la altura de planta.....	72
Anexo 2. Análisis estadístico para el número de tallos.....	73

Anexo 3. Análisis estadístico del número de brotes por planta.....	74
Anexo 4. Análisis estadístico del número de brácteas pigmentadas.....	75
Anexo 5. Análisis estadístico del diámetro de inflorescencia.....	76
Anexo 6. Ficha técnica de PHC Healthy Start 12-16-12.....	77
Anexo 7. Ficha técnica de Nutriplant Plus.....	79
Anexo 8. Ficha técnica de FOLIM 20-30-10.....	80
Anexo 9. Ficha técnica del Megatón.....	83
Anexo 10. Ficha técnica del nitrato de potasio.....	83
Anexo 11. Ficha técnica del nitrato de amonio.....	83
Anexo 12. Ficha técnica del ácido fosfórico.....	85
Anexo 13. Ficha técnica del sulfato de magnesio.....	86
Anexo 14. Ficha técnica de MULTIQUEL-COM.....	87

## I. INTRODUCCIÓN

La nochebuena es una planta de origen mexicano y una de las plantas en maceta más cultivadas en el mundo, debido a que es el símbolo de las fiestas navideñas.

Su producción se ha incrementado de manera sorprendente en varios estados de la República Mexicana, pues cada año se comercializan cerca de 8.5 millones de plantas, convirtiéndose en un cultivo de importancia tanto cultural, como económica, por lo que es necesario poner énfasis en el estudio de factores que inciden en su producción, como en el caso de la fertilización (Barrios, 2005).

Pues la fertilización foliar se ha convertido en una práctica importante en muchos sistemas de producción agrícola porque permite la corrección rápida y oportuna de deficiencias nutricionales; favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como también mejora el rendimiento y la calidad.

Debido a que la fertilización foliar no sustituye a la fertilización al suelo, pero sí constituye una práctica recomendada para complementar la nutrición de la planta y para suplir ciertos nutrimentos durante etapas críticas del cultivo o de gran demanda nutricional. (Molina, 2002).

Pero debido a los efectos contaminantes del uso indiscriminado de los fertilizantes y a la creciente preocupación mundial por el cuidado del medio ambiente, es necesario buscar alternativas de fertilización que sean económica, social y ecológicamente aceptables.

Por ello, una alternativa es el uso de fertilizantes que contengan sustancias orgánicas cuyo contenido nutrimental de materia orgánica, microorganismos y sustancias húmicas, favorecen a la planta, sin embargo la utilización de estos fertilizantes a sido poco estudiada y en especial la fertilización foliar.

En nochebuena se desconoce si tendrá los mismos efectos que con la fertilización tradicional, ya que esta planta demanda un alto contenido de nutrientes en su periodo de crecimiento, por ello se busco la alternativa de incorporar fertilizantes orgánicos mezclados con inorgánicos a manera de reducir la cantidad de productos aplicados a la planta y así obtener los mismos resultados o mejorarlos, recordando que el productor busca que la planta sea de buena calidad para poder competir en el mercado.

## II. OBJETIVOS

Objetivo general.

Analizar el efecto en el crecimiento y desarrollo de plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) var. Freedom, al utilizar diferentes mezclas de fertilizantes foliares.

Objetivos particulares.

- Evaluar el desarrollo de plantas de nochebuena a las cuales se les aplicarán diferentes mezclas de fertilizantes foliares orgánicos e inorgánicos.
- Determinar con cuál de las mezclas de fertilizantes foliares aplicados a la planta de nochebuena se obtienen los mejores resultados.

### **III. ANTECEDENTES.**

#### **3.1 Producción de nochebuena.**

Actualmente la producción de nochebuena es considerada internacionalmente como una industria que requiere de costos iniciales elevados pero recuperables y con bastantes creces. Esta inversión está dedicada a la construcción del invernadero, instalación del sistema de riego, control de factores ambientales, químicos para desinfección del sustrato, compra de reguladores de crecimiento, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, etc.

##### **3.1.1 Importancia de la nochebuena en México y a nivel mundial**

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will.) es una especie nativa de México y es utilizada a nivel mundial como planta ornamental durante las fiestas decembrinas. La producción de nochebuena ha ido aumentando gradualmente en Estados Unidos y Canadá. En países como Gran Bretaña, Alemania, los Países Nórdicos y Francia ha sido importante la producción en maceta para la temporada de navidad, esto debido a la calidad decorativa de sus brácteas.

En áreas donde la nochebuena no está íntimamente relacionada a la tradición de la navidad, se puede producir en cualquier época del año. Cabe destacar que es un cultivo que requiere de gran cantidad de mano de obra, desde el enraizamiento hasta la venta. En México hay varias zonas de producción, entre las cuales se encuentran Cuautla, Morelos y Texcoco, México. (Martínez, 1995).

##### **3.1.2 Aspectos taxonómicos y botánicos.**

En el género *Euphorbia* se incluyen de 700 a 1000 especies y de éstas, una de las que se cultivan de manera comercial es la nochebuena, *Euphorbia pulcherrima*.

(Ruiz, 1996). La clasificación taxonómica de la nochebuena es la siguiente:

Reino.....Plantae  
Subreino.....Tracheobionta  
Flora.....Magnoliophyta  
Clase.....Magnoliopsida  
Subclase.....Rosidae  
Orden.....Euphorbiales  
Familia..... Euphorbiaceae  
Género..... Euphorbia  
Especie..... *Euphorbia pulcherrima*

Acerca de su descripción botánica se establece que la planta de nochebuena es un arbusto de 1 a 4 m de altura, con pocas ramas vigorosas, cilíndricas y glabras; hojas alternas y algunas superiores opuestas o verticiladas, peciolo largo y delgado, membranosas, anchamente lobadas, frecuentemente enteras de 15 a 20 cm de largo, agudas o acuminadas, envés claro no dentado, glabro en algunas ocasiones pubescente, las brácteas de las inflorescencias largas, de color rojo brillante u otras variantes; inflorescencia cimosa corimbosa, llamada ciatos, lóbulos anchos y cortos, laceolados. Las hojas florales o brácteas son, por lo general, de color rojo brillante o en algunas ocasiones las hay de color rosa pálido u oscuro o de un color rojo sucio poco atractivo, raramente blanco o amarillo pálido. (Ezequiel, 1992).

### **3.1.3 Sistema de producción**

La Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*), tiene diferentes sistemas de producción como son los esquejes para autoconsumo, la compra de esquejes sin raíz, compra de esquejes enraizados y la compra de planta semiterminada, que ofrecen al productor diferentes alternativas que deberá elegir de acuerdo a su expectativa, el

costo promedio de producción, experiencia, equipo, instalaciones disponibles, así como de la condición climática del lugar de establecimiento. (López, 1990).

Lo anterior deriva de una necesidad por realizar de manera eficiente este proceso y de aprovechar el espacio disponible con que se cuenta.

Por lo cual ante estas circunstancias se opta por emplear el sistema más común que es la adquisición directa de esquejes enraizados a través de reproductores autorizados y con ello se eliminan los gastos en el acondicionamiento de las instalaciones para el cuidado de la planta madre y el enraizado de los esquejes que requiere de un profundo conocimiento técnico. (Ezequiel, 1992).

#### **3.1.4 Esqueje para autoconsumo**

El sistema consiste en tener su propia planta madre, para la obtención de los esquejes requeridos en la producción de planta terminada. Por lo que se necesitan las instalaciones apropiadas para el buen mantenimiento de la planta y los cuidados especiales que requiere.

Además de tener otras instalaciones para efectuar el enraizado correspondiente de los esquejes. Ambas labores son especializadas por lo cual requieren de conocimientos técnicos y experiencia. (Ezequiel, 1992).

#### **3.1.5 Preparación del esqueje**

Siempre es prioritario asegurar que el esqueje esté sano y limpio, debido a que las condiciones al momento de realizar esta actividad son las ideales para que se presenten diferentes enfermedades; por ello es básico desarrollar un programa preventivo de aplicaciones semanales de fungicidas para la planta madre dirigidas al follaje es básico. (Ezequiel, 1992).

### Corte de esqueje.

Los instrumentos de corte del esqueje deberán ser navajas o cuchillos filosos. Es conveniente evitar realizar el corte con tijeras o los dedos de las manos. Su desinfección es constante en una solución de cloro (1 litro de cloralex en 9 litros de agua). El esqueje por cortar no se debe tomar de tallos largos con más de 6 a 8 hojas maduras debido a su probable floración prematura. (López, 1990). La longitud del esqueje debe ser de 6 a 8 cm. Después del corte, el tallo del brote deberá quedar con dos o cuatro entrenudos para permitir el desarrollo de más brotación. Como tal, el corte se debe realizar en un entrenudo o entre dos entrenudos de manera indistinta. No es conveniente eliminar hojas de la parte baja del esqueje a menos que interfiera en la colocación del mismo en el medio de enraizado, debido a la reducción de reservas de nutrientes y daños adicionales para la posible penetración de patógenos. De preferencia, el corte de los esquejes se hará cuando estén turgentes, ya sea por la mañana o por la tarde. (Ruiz, 1996).

Es recomendable evitar el estrés hídrico de los esquejes al exponerlos al sol o a las corrientes de aire y deben colocarse en recipientes estériles para llevarlos al área de enraizamiento. No se considera indispensable el usar estimulantes de enraizamiento, sin embargo éstos permiten acelerar y llevar a cabo de manera uniforme el proceso.

Después de colocar el esqueje en el medio elegido, hay que evitar dar un riego pesado y debe iniciarse con la nebulización prevista. La colocación entre los esquejes debe cubrir un espacio de por lo menos 72 cm<sup>2</sup> y evitar con ello un crecimiento débil, alargamiento, lento desarrollo de la raíz y la infección a causa de la enfermedad llamada botritis, además de evitar que las hojas de un esqueje y otro cubran las puntas entre sí y permitir así la circulación del aire, de lo contrario en tiempo del enraizado es mayor.

Una vez que los esquejes tengan raíces se procede a realizar el trasplante pero primero se debe preparar el sustrato. (Martínez, 1995).

### **3.1.6 Sustrato.**

Las plantas ornamentales se pueden cultivar a cielo abierto o en maceta y en caso de la nochebuena su cultivo es principalmente en maceta es por ello que el sustrato juega un papel muy importante. (Ansorena, 1994).

### **3.1.7 Características del sustrato.**

(Ansorena, 1994). Las características ideales de un buen sustrato son las siguientes:

- a) Buena textura, que contenga partículas de todos tamaños.
- b) Buena aireación para tener un buen drenaje.
- c) Buena retención de humedad.
- d) Densidad adecuada, que no sea demasiado pesado para un manejo y embarque más fácil y no demasiado ligero para que no se caigan las macetas.
- e) Alta capacidad de intercambio catiónico.
- f) Un adecuado porcentaje de saturación de bases (PSB), un pH favorable.
- g) Alta capacidad amortiguadora (buffer).
- h) Bajo en sales solubles.
- i) Libre de plagas, enfermedades y malezas.
- j) Libre de sustancias tóxicas.
- k) Que la mezcla sea homogénea.
- l) Uniformidad de lote a lote.
- m) Fácil disponibilidad.
- n) Precio razonable.

### **Esterilización del sustrato.**

La esterilización de los sustratos es un factor muy importante ya que con este procedimiento se eliminan semillas de hierbas, insectos y nemátodos. También

son eliminados algunos microorganismos patógenos, pero si el sustrato es reinoculado accidentalmente con herramientas o por el personal, esos microorganismos patógenos se desarrollarán nuevamente, ya que durante la esterilización también fueron eliminados los microorganismos benéficos que suprimen el desarrollo de los patógenos. (Martínez, 1995).

### **3.1.8 Llenado de macetas.**

Las macetas son un punto importante a considerar, lo más recomendable es utilizar únicamente macetas nuevas que no sean transparentes, ya que la luz inhibe el desarrollo de las raíces, de modo que no importa que las macetas sean de color verde, café, blanco o rosa, pero hay que asegurarse de que no permitan el paso de la luz; otro aspecto a considerar es que tengan un buen drenaje, para lo cual deben contar con un mínimo de seis hoyos en la base, ya que menos hoyos dificultaría la filtración de exceso de líquidos, provocando así el desarrollo de plagas y enfermedades. (Barrios, 2005).

Para el correcto llenado de las macetas éste debe hacerse hasta el borde y posteriormente con las yemas de los dedos realizar una ligera presión sobre el sustrato, a modo de cubrir los espacios vacíos que pudiesen quedar. No se debe compactar mucho el sustrato ya que esto impediría el drenaje y también dificultaría el trasplante. (Carmichael, 1990).

### **3.1.9 Trasplante.**

El trasplante se lleva a cabo cuando se desea cambiar de lugar a la planta para trasladarla a un contenedor más grande, para ello se debe sacar de la maceta la planta suavemente, con toda la tierra.

Después se deben tapar los agujeros del fondo de la maceta nueva con piedras pequeñas y poner un poco de sustrato. Posteriormente hay que introducir en ella

la planta con toda la tierra dentro y rellenar la maceta con más sustrato apretando un poco con las yemas de los dedos para finalmente regarla abundantemente y colocarla en un lugar sombreado. (Ruiz, 1996).

### **3.1.10 Acarreo y acomodo de la planta en el invernadero.**

Para este paso todas las macetas deben colocarse en su lugar definitivo en donde se llevarán a cabo los cuidados que requiere, para ello después del trasplante son colocadas en carretillas especiales para ser trasladadas a su lugar ya sea un invernadero u otro lugar, algo muy importante es el acomodo que tendrán porque dependiendo del tamaño de la planta ésta requerirá de cierta distancia entre una y otra con la finalidad es mantenerlas aireadas para así evitar la acumulación de humedad, el daño físico y facilitar la manipulación, entre otras cosas. (Carmichael, 1990).

El acomodo de las plantas dependerá del tamaño de la maceta; por ejemplo, cuando la planta de nochebuena llega al invernadero se pueden colocar hasta 36 plantas por metro cuadrado; sin embargo, conforme van creciendo van requiriendo mayor espacio y por tanto se reduce el número de plantas por superficie.

### **3.1.11 Condiciones óptimas del cultivo**

#### **3.1.11.1 Iluminación**

La luz tiene tres características: intensidad, color y duración y la nochebuena responde en formas diferentes a cada una de ellas.

#### Intensidad.

La intensidad afecta el color de la flor y de las hojas, el alargamiento de los tallos y la retención del follaje, la intensidad luminosa adecuada para la nochebuena se encuentra en un rango de 3500 a 4000 pies candela. Demasiada luz causa

amarillamiento del follaje, flor pequeña, poco crecimiento y dureza de tallos, mientras que poca luz provoca un crecimiento débil, alargamiento, retraso de floración y palidez de la flor. (Villegas, 1998).

#### Color.

Se han probado diferentes colores en el moteado del plástico, rojo, azul, amarillo, verde y blanco, obteniéndose plantas delgadas con tallo suave en la mayoría de ellos, a excepción del blanco que es donde se han obtenido los mejores resultados.

#### Duración.

Esta característica está directamente relacionada con el fotoperiodo; cuando la duración de la noche es igual o mayor que la del día comienza la diferenciación floral y cuando el día es mayor que la noche continúa el desarrollo vegetativo; por lo general, los esquejes jóvenes recién trasplantados requieren más sombra que la planta de más edad que está en desarrollo. (Villegas, 1998). La nochebuena florece en forma natural cuando el período de oscuridad dura más de 12 horas, lo que sucede entre septiembre y marzo en la latitud de la ciudad de México (Carmichael, 1990).

### **3.1.11.2 Temperatura**

La temperatura, aparte de tener efecto en el crecimiento de las plantas, también influye en el desarrollo de varias enfermedades. Las temperaturas óptimas son diferentes para cada variedad de nochebuena y de acuerdo a su etapa de desarrollo. Generalmente cuando las plantas están verdes (en verano) requieren temperaturas más altas que cuando están floreciendo (en otoño).

En la tabla 1 se indican las temperaturas óptimas para el desarrollo de la nochebuena.

Tabla 1. Temperaturas óptimas para nochebuena.

<b>Plantas verdes</b>	<b>Marzo hasta agosto</b>	<b>Tolerancia</b>
Noche	16° - 21°C	5° C Mínima
Día	14° - 35°C	40°C Máxima
<b>Floración</b>	<b>Septiembre hasta noviembre</b>	<b>Tolerancia</b>
Noche	16° - 21°C	11°C Mínima
Día	21°C – 30°C	35°C Máxima
Fuente: Manual de Nochebuena. Carmichael 1990.		

### 3.1.11.3 Humedad

El contar con agua no es suficiente, se debe tomar en cuenta también la calidad de la misma; es importante contar con agua limpia, no se debe usar agua sucia o contaminada o con altos niveles de cloro; asimismo es necesario medir su pH siendo recomendable que éste se encuentre por debajo de 7, su salinidad debe ser muy baja y no contener patógenos, esporas de hongos, ni altas concentraciones de productos químicos agrícolas. Cuando se aplica el riego hay que dejar que el sustrato drene bien, pero sin que llegue a marchitarse la planta, regando adecuadamente hasta que el agua salga por debajo de la maceta. No se deben mantener las macetas saturadas de agua para evitar la pudrición de las raíces y del tallo. (Martínez, 1996).

No existe un calendario rígido para los riegos a la planta, ya que el estado de la planta, la humedad de la tierra y el clima son los mejores indicadores.

Una forma práctica de saber si la planta necesita agua es levantar la maceta para sentir su peso o la otra opción es realizar muestreos al azar al quitar la maceta para ver y sentir el sustrato con los dedos físicamente. (Ansorena, 1994).

Los riegos deben hacerse por la mañana para evitar que la planta esté húmeda por la noche, que es cuando se desarrollan los hongos foliares.

Al regar hay que tratar de no mojar el follaje y las flores e igualmente evitar la lluvia encima de las plantas, el riego con manguera funciona bien utilizando una extensión rígida (bastón) con una cabeza de regadera para romper la fuerza del chorro del agua, aplicando de lado directamente en la mezcla y procurando no mojar el follaje.

Una vez acomodadas las plantas se debe llevar a cabo otro riego a modo de brindarle la humedad necesaria que requerirá. (Barrios, 2005).

### **3.1.12 Nutrición de la nochebuena.**

Para el desarrollo de las plantas es muy importante la fertilización foliar pues ésta ayuda a la incorporación de los elementos esenciales que no fueron incorporados por la planta a partir del sustrato y por ello es necesario realizar aplicaciones. (Cadahia, 1998).

La nochebuena responde bien a aplicaciones foliares de fertilizantes, es útil asperjar al follaje abonos foliares si se ven síntomas de deficiencias de nitrógeno o elementos menores y si se quiere corregirlas rápido. Sin embargo, su efecto no dura mucho cuando el nivel de nutrientes en la tierra es bajo o el pH no es adecuado, trayendo como consecuencia que la planta presente nuevamente síntomas de deficiencias.

Las aplicaciones foliares curan los síntomas de deficiencia, no las causas, por lo que es necesario hacer un análisis del follaje y de la mezcla de tierra para poder detectar la deficiencia y así poder corregirla.

Generalmente la nochebuena requiere altos niveles de nitrógeno y potasio, algo de fósforo y magnesio, además de un poco de molibdeno. (Carmichael, 1990). Los otros elementos normalmente no causan problemas porque se encuentran en cantidades suficientes en el sustrato.

Un análisis del tejido vegetal de plantas de nochebuena arrojó los resultados en donde se puede apreciar que los macroelementos con mayor presencia son el nitrógeno en una proporción de 4 - 6% al igual que el potasio con una concentración de 1.5 – 5 %, por otro lado los microelementos con mayor presencia son el fierro, manganeso y el boro, como se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Concentración nutrimental del tejido vegetal de plantas de nochebuena.

<b>NUTRIMENTO</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
Nitrógeno	4.0 - 6.0 %
Fosforo	0.2 - 1.0 %
Potasio	1.5 - 5.0%
Calcio	0.4 - 2.0 %
Magnesio	0.2- 1.0 %
Fierro	100 - 300 ppm
Manganeso	45 - 300 ppm
Zinc	25 - 150 ppm
Cobre	5 - 15 ppm
Boro	20 - 200 ppm
Fuente: Inducción y caracterización de deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en la planta de nochebuena. (Tolosa, 1998).	

Cuando se presentan excesos o deficiencias de algún nutriente en la nochebuena, la planta responde de manera diversa, presentándose los síntomas que se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Excesos y deficiencias de nutrientes en nochebuena.

ELEMENTO	SÍNTOMAS DE EXCESO	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
Nitrógeno	-----	Amarillamiento de hojas maduras primero
Fósforo	Deficiencia de microelementos	Crecimiento atrofiado, hojas viejas amarillas y necrosadas
Potasio	Deficiencia de magnesio	Amarillamiento y necrosis en la orilla y entre las venas de las hojas maduras
Calcio	Desbalance de nutrientes. Síntomas de deficiencia de micronutrientes	Se detiene el crecimiento de hojas nuevas, que se necrosan y enchinan de la orilla.
Magnesio	Deficiencia de Potasio.	Amarillamiento entre venas de hojas viejas.
Azufre	Daños por salinidad alta	Amarillamiento uniforme de las hojas jóvenes
Boro	Amarillamiento y necrosis empezando con hojas viejas	Se interrumpe el crecimiento terminal y hay deformación de hojas y tallos
Cloro	Efecto de exceso de sales	Raro de observar
Cobre	Muerte de raíces y de la planta	Necrosis y gomosis
Hierro	No provoca toxicidad, excepto cuando hay exceso de salinidad o cuando se reduce la absorción de manganeso	Clorosis en hojas jóvenes. Las venas permanecen verdes. En casos extremos las hojas más jóvenes están blancas
Manganeso	Efecto de exceso de sales	Amarillamiento en manchas y clorosis entre las venas de hojas jóvenes
Molibdeno	No daña la planta	Amarillamiento, enchinamiento hacia arriba y necrosis en las orillas de hojas intermedias. Puede causar distorsión en las hojas debido aun crecimiento anormal entre las venas
Zinc	Necrosis de las áreas afectadas	Clorosis y deformación de hojas nuevas

Fuente: Manual Práctico de Producción de Nochebuena. (Martínez, (1995).

(Según Ecke, 1990) citado por Tolosa (1998), los niveles críticos, óptimos y de toxicidad en el tejido foliar en nochebuena cuyas concentraciones de los elementos en mayor proporción en la tabla 4.

Tabla 4: Niveles críticos, óptimos y de toxicidad en el tejido foliar de la planta de Nochebuena.

<b>ELEMENTO</b>	<b>NIVEL CRÍTICO (ml)</b>	<b>RANGO NORMAL (ml)</b>	<b>NIVEL TÓXICO (ml)</b>
Nitrógeno	3.0	4.0 – 6.0	7.3
Fosforo	0.2	0.3 – 0.7	0.7
Potasio	1.0	1.5 – 3.5	4-0
Calcio	0.5	0.7 – 2.0	----
Magnesio	0.2	0.4 – 1.0	----
Azufre	Valores críticos no disponibles		
Sodio	-----	0 - 0.4	0.5
Cloro	-----	0 – 0.7	1.0
Todas las concentraciones están basadas en tejido deshidratado. Fuente: Inducción y caracterización de deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en la planta de nochebuena. (Tolosa, 1998).			

Los elementos presentes en menor proporción se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Niveles críticos, óptimos y de toxicidad en el tejido foliar de la planta de Nochebuena.

<b>ELEMENTO</b>	<b>NIVEL CRÍTICO (ppm)</b>	<b>RANGO NORMAL (ppm)</b>	<b>NIVEL TÓXICO (ppm)</b>
Cobre	1	2 – 10	----
Zinc	15	25 – 60	----
Magnesio	40	80 – 300	650
Fierro	50	100 – 300	-----
Boro	20	30 – 300	700
Molibdeno	0.5	1 - 5	-----
Todas las concentraciones están basadas en tejido deshidratado. Fuente: Inducción y caracterización de deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en la planta de nochebuena. (Tolosa. 1998).			

Jiménez (1990) citado por Tolosa, (1998) presenta los datos de los elementos minerales del análisis foliar en niveles bajos, normales y altos en la nochebuena, los cuales se señalan en la tabla 6.

Tabla 6: Niveles bajos, normales y altos de concentración nutrimental del análisis foliar de plantas de Nochebuena.

<b>ELEMENTO</b>	<b>NIVEL BAJO</b>	<b>NIVEL NORMAL</b>	<b>NIVEL ALTO</b>
Nitrógeno %	< 3.0	4.0 – 5.0	> 7.0
Fosforo %	< 0.4	0.8 – 1.2	>1.3
Potasio %	< 1.8	2.5 – 4.5	> 4.5
Calcio %	< 0.5	1.0 – 1.5	> 2.5
Magnesio %	< 0.2	0.3 - 0.8	> 1.0
Fierro ppm	-----	100 - 200	-----
Manganeso ppm	-----	80 - 250	-----
Boro ppm	-----	30 - 100	-----
Cobre ppm	-----	10 - 15	-----
Zinc ppm	-----	25 - 50	-----
Molibdeno ppm	-----	1.0 - 5.0	-----
Fuente: Inducción y caracterización de deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en la planta de nochebuena. (Tolosa, 1998).			

La tabla muestra que los elementos como el nitrógeno y el fosforo tienen mayor presencia mientras que los elementos presentes en partes por millón (ppm) se mantienen en niveles normales. De los anteriores, Tolosa (1998) llega a la conclusión de que para cubrir las necesidades de nutrición en el cultivo de la nochebuena y mantener la calidad de la planta, se debe aplicar la siguiente fórmula de fertilización:

- 200 ppm de nitrógeno.
- 100 ppm de potasio.
- 15 ppm de fósforo.
- 80 ppm de calcio.
- 10 ppm de magnesio.
- 0.04 de molibdeno.

En un estudio realizado en plantas de nochebuena aplicando dos tipos de vermicomposta cuya composición es a base de rastrojo de maíz, malezas y estiércol de caballo y borrego obtenidos en los años 2003 y 2004, así como diferentes mezclas de sustratos a partir de tezontle, turba + vermiculita, tierra de hoja + tezontle + turba + Agrolita, se pretendió mejorar la producción y calidad de las plantas reduciendo el impacto al ambiente, los resultados obtenidos indicaron que el mejor sustrato fue el probado en el 2003 que contenía tezontle con la vermicomposta, obteniéndose una mejor altura de planta, mayor área de brácteas y un ligero incremento en el número de brotes y flores, aunque no fue muy significativo pues los nutrientes aportados a la planta fueron limitados lo que indicó que era necesario buscar otras alternativas de fertilización orgánica para obtener un mejor desarrollo de la planta. (Pineda, 2008).

En otro estudio donde se deseaba regular la altura de planta en nochebuena aplicando Etefón (ácido cloroetil fosfónico) en dosis de 500 y 1000 ml por litro en tres aplicaciones, se produjeron plantas con menor altura, como se esperaba, habiendo sido la mejor dosis la de 500 ml con dos aplicaciones. Pero al mismo tiempo se redujo el área de las brácteas, lo que afectó la calidad comercial de las plantas. (Pérez, 2005).

### **3.1.13 Problemas que afectan el desarrollo de la nochebuena.**

#### Toxicidad.

Un problema que afecta el desarrollo de la nochebuena es la toxicidad y, en muchas ocasiones, las reacciones que tienen las plantas a los fertilizantes o a los productos que se utilizan en el invernadero pueden ser causadas por toxicidad, esto requiere especial atención ya que muchas veces los síntomas se confunden con deficiencias. (Carmichael, 1990).

Algunas de las principales causas de toxicidad son, entre otras el exceso de sales solubles y los elementos menores.

### Exceso de sales solubles.

El exceso de sales solubles se puede presentar cuando las sales en el agua de riego sobrepasan 2.0 mmho/cm, lo que puede suceder debido al agua o a las sales que se encuentran en el sustrato. También esta condición la causa el excesivo uso de fertilizantes. (Ezequiel, 1992).

### Elementos menores

Algunos elementos minerales pueden causar reacciones tóxicas aunque la salinidad del suelo no sea excesiva, ejemplos de estas son el boro, manganeso, arsénico y el sodio. El suelo natural y la calidad del agua de irrigación son frecuentemente factores que causan problemas de toxicidad. (Ezequiel, 1992).

#### **3.1.14 Floración**

La nochebuena, como se ha mencionado, es una planta de día corto, que necesita como mínimo noches con una duración de 13 horas durante 7 semanas para florecer y cuando ya se decidió la época en que se quiere sacar a la venta el producto debe hacerse una programación para el manejo de la luz.

La planta lista para entrar en floración debe tener tallos largos que van a producir flores de unos 10 cm., esto para que la flor pueda salir con una excelente calidad, pero si la planta es pequeña sus flores serán reducidas de tamaño así como sus tallos débiles y esto repercutirá al final en el mercado viéndose perjudicado el productor. (Villegas, 1998).

#### **3.2 Fertilización.**

Además del agua, la luz y la temperatura, es necesario proporcionar a las plantas sales solubles de algunos elementos químicos, algunos de estos elementos

llamados macronutrientes o elementos mayores, son necesarios en cantidades que varían de unos cuantos kilogramos a cientos de kilogramos o más por hectárea y éstos son proporcionados por los fertilizantes. Los nutrientes menores (elementos menores) son tan esenciales como los anteriores, aunque las plantas únicamente tomen cantidades pequeñas y en la mayoría de los suelos éstos se encuentran en cantidades suficientes. (Cooke, 1981)

(Domínguez, 1989). Los fertilizantes comunes que usan los agricultores suelen proporcionar tres elementos nutritivos a las plantas:

- a) Nitrógeno (N)
- b) Fósforo (P), expresado en forma de ( $P_2O_5$ )
- c) Potasio (K), expresado en forma de ( $K_2O$ )

Estos elementos, aplicados a los suelos ligan muy estrechamente 3 objetivos:

1. Proporcionan nutrientes al suelo.
2. Mejoran la fertilidad del suelo aumentando la cantidad de nutrientes en el ciclo comprendido entre el desarrollo y el término del ciclo vegetativo.
3. Reducen el costo de producción al elevar los rendimientos.

(Molina, 2002). De acuerdo a la cantidad necesaria para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, los nutrientes se clasifican en:

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, carbono hidrogeno y oxígeno.
- Nutrientes secundarios: calcio, magnesio y azufre.
- Micronutrientes: cobre, zinc, molibdeno, hierro, manganeso, boro y cloro.

El carbono (C), el hidrógeno (H), y el oxígeno (O), son proporcionados por el agua y por el aire y no hay necesidad de preocuparse acerca del abastecimiento de los mismos. (Cooke, 1981).

### 3.2.1 Tipos de fertilizantes

(Domínguez, 1989). Teniendo en cuenta los elementos nutritivos principales, macronutrientes, que son el nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el Potasio (K), los fertilizantes pueden clasificarse como:

- a) Simples: sólo contienen un elemento nutritivo existiendo los nitrogenados, los fosfóricos o fosfatados y los potásicos.
- b) Compuestos: son los que contienen más de uno de los elementos nutritivos citados; estos a su vez se dividen en:
  - De mezcla: cuando han sido obtenidos por una mezcla mecánica o manual (los elementos nutritivos están juntos pero en partículas distintas).
  - Complejos: cuando los distintos elementos pertenecen a una misma formulación química. A su vez éstos se dividen en:
    - Binarios si poseen sólo dos elementos: N y P, N y K, P y K.
    - Ternarios cuando poseen los tres elementos: N, P, K.

A continuación se desglosan las características de los fertilizantes simples.

### 3.2.2 Fertilizantes nitrogenados

Frecuentemente se piensa que el nitrógeno es el elemento nutritivo más importante en un programa nutricional. Sin embargo, sólo es uno de los varios elementos esenciales para el crecimiento de la planta, la fuente más común de nitrógeno usada en un programa de fertilización líquida incluye nitrato de amonio  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  y nitrato de potasio  $\text{KNO}_3$ . Generalmente no más de un 50% del nitrógeno total suplido a la planta debe ser en forma de amonio. (Rodríguez, 1982).

(Barrios, 2005). Cuando hay suficiente cantidad de nitrógeno hay mayor cantidad de clorofila y mayor asimilación y síntesis de productos orgánicos, lo que da como resultado:

- Mayor vigor vegetativo que se manifiesta por el aumento de volumen y peso (debido a los alargamientos celulares y a la multiplicación celular); en las plantas perennes una fertilización de nitrógeno a fines del verano induce a una formación de brotes perdiéndose con los fríos invernales.
- Color verde intenso de la masa foliar (mayor densidad clorofílica).
- Mayor producción de hojas de buena sanidad y calidad (aumento de su contenido proteínico).

El nitrógeno es promotor de un crecimiento vigoroso de tallos y hojas, constituye un elemento esencial en la clorofila de las plantas y en la nochebuena incrementa el tamaño de las flores. (Tolosa, 1998).

Cuando las plantas tienen déficit de nitrógeno presentan síntomas variados, bajando el rendimiento del cultivo incluso antes de la manifestación sintomática.

El primer síntoma que se presenta es la clorosis, es decir, la pérdida de moléculas de clorofila, tomando la planta un color amarillento. La producción y síntesis orgánica se frena y baja de esta manera la velocidad de crecimiento y desarrollo. Los síntomas de clorosis ocurren primero en las hojas viejas que trasladan sus substratos a las jóvenes. Luego el síntoma pasa a las hojas en crecimiento activo, comenzando desde el ápice hacia la base e indicando que la deficiencia de nitrógeno es grave. (Montañés, 1986).

El fenómeno de clorosis es reversible en un momento determinado, agregando nitrógeno soluble al suelo, la planta puede recuperar su color y crecimiento normal. (Romero, 1996).

Los síntomas generales de deficiencia de nitrógeno son: menor crecimiento; debilitamiento de la planta; amarillamiento; necrosis de tejidos, y caída de hojas.

(Domínguez, (1989). Entre los fertilizantes nitrogenados utilizados se encuentran los siguientes:

- a) Nitrogenados orgánicos: Son de origen variado y además de aportar los elementos nutritivos básicos contribuyen al mejoramiento de la composición del suelo por su contenido de materia orgánica.
  
- b) Nitrogenados minerales naturales: entre estos se encuentra el nitrato de sodio  $\text{NaNO}_3$ , que es un producto natural que contiene un 16% de nitrógeno en forma nítrica fácilmente soluble y asimilable.
  
- c) Nitrogenados sintéticos. Algunos productos utilizados en la actualidad son los siguientes:
  - Nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ )
  - Sulfato amónico ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> $\text{SO}_4$
  - Nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
  - Nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )
  - Nitrato potásico  $\text{KNO}_3$
  - Urea ( $\text{NH}_2$ )<sub>2</sub> $\text{CO}$

### 3.2.3 Fertilizantes fosfóricos

El fósforo es otro elemento requerido relativamente en grandes cantidades para el crecimiento de la planta, sin embargo, una sobredosis de fósforo puede afectar la disponibilidad de otros nutrientes insolubles.

El fósforo se suplementa generalmente en una solución nutritiva de ácido fosfórico, o en algunos casos como superfósforo. (Rodríguez, 1982).

El fósforo se relaciona con la floración y la producción de frutos y semillas, promueve el desarrollo de la raíz y endurece los tallos haciéndolos más leñosos.

(Montañés, 1986) La mayor absorción de los fosfatos por parte de las plantas depende de los siguientes factores:

1. Capacidad de solubilizar de las raíces: las raíces excretan permanentemente, por sus funciones metabólicas, bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a la solución edáfica permitiendo solubilizar distintos compuestos a partir de las partículas del suelo, mediante la formación de ácido carbónico en la solución que tiene un poder disolvente. Una especie que tenga buena producción de  $\text{CO}_2$ , tiene mayor capacidad de solubilizar el fósforo asimilable.
2. Tamaño de la raíz: un sistema radicular desarrollado permite una mayor extracción de nutrientes, principalmente de los poco móviles.
3. Capacidad de absorción de la planta: algunas especies tienen una mayor capacidad para la absorción de los fosfatos de calcio que otras; las especies exigentes en calcio extraen mucho este elemento del suelo provocando indirectamente una mayor solubilización de los fosfatos (pues el fósforo no se combina con el calcio y no precipita).

(Grajales, 2004). El fósforo Interviene en la formación de las nucleoproteínas y ácidos nucleicos y fosfolípidos y tiene una importancia vital en:

- La división celular.
- La respiración y fotosíntesis.
- Síntesis de azúcar, grasas y proteínas.
- La acumulación de energía.

- La regulación del pH de las células (sus ácidos y sus sales de "metal fuerte" forman soluciones Buffer que regulan el pH de las soluciones celulares), etcétera.

Este elemento se acumula principalmente en los tejidos activos (síntesis, respiración); los meristemos (puntos de división celular), y las semillas y frutos.

(Tolosa, 1998). Los síntomas de deficiencia de fósforo son las siguientes:

- Lento crecimiento y desarrollo de la planta.
- Floema y xilema poco desarrollados.
- Menos peso y tamaño de la planta.
- Pobre floración y fructificación.
- Retraso de la maduración.
- Las hojas toman un color verde oscuro y a veces con matices rojizos (antocianina).

Los efectos positivos que conlleva una buena disponibilidad de fósforo son:

- Mayor desarrollo radicular.
- Mayor crecimiento y desarrollo general de la planta.
- Aceleración de la floración y fructificación.
- Mayor resistencia a las condiciones adversas (clima, enfermedades, etcétera).

El fósforo asimilable que poseen los abonos puede ser:

- Soluble en agua que son de acción rápida, siendo recomendables para los cultivos de ciclo cortó.
- Solubles en citrato que tienen una acción más retardada y se recomiendan para plantas de ciclo más largo.

En la actualidad existe una gran diversidad de productos fosfatados entre los que se encuentran:

- Superfosfato de calcio  $H_4Ca (PO_4)_2$
- Acido fosfórico ( $H_3PO_4$ )

- Superfosfatos concentrados
- Fosfato bicálcico ( $\text{HCa PO}_4$ )
- Metafósforo cálcico  $\text{Ca (PO}_3)_2$

### 3.2.4 Fertilizantes potásicos

El potasio es usado por la planta en varias formas, pero principalmente regula las condiciones del agua dentro de las células de la planta y las pérdidas de agua por transpiración; actúa como acelerador de la acción de las enzimas, tiene importancia en los tallos y proporciona mayor vigor y resistencia a las enfermedades; es esencial en la formación y transferencia de almidón y azúcares. (Rodríguez, 1982).

El potasio es absorbido por las plantas en su forma catiónica,  $\text{K}^+$ . La absorción en el suelo está relacionada a la concentración de otros cationes, como es el caso del magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ). Por problemas de competencia iónica son absorbidos con mayor facilidad y velocidad los cationes que tienen una sola carga positiva. Cuando el potasio entra en metabolismo celular, forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las mismas, que sirven para regular el potencial osmótico celular, regulando así el contenido de agua interna. (Montañés, 1980). (Grajales, 2004). El potasio interviene además fisiológicamente en los siguientes procesos:

- Síntesis de azúcar y almidón.
- Traslado de azúcares.
- Síntesis de proteínas (en las uniones peptídicas de las mismas).
- En la fosforilación oxidativa que se produce en las membranas de las mitocondrias (órganos celulares), esta fosforilación consiste en captar fósforo en una molécula compleja que también contiene el mismo elemento, como una forma de captar y acumular energía para otros procesos fisiológicos de la planta (como son las distintas síntesis de almidones, grasas y proteínas).

- Interviene en la estimulación enzimática.

A partir de la importancia fisiológica del potasio en el metabolismo del vegetal, se deducen los siguientes problemas o trastornos ocasionados por su deficiencia:

- Disminución de la fotosíntesis (producción de materia orgánica) y aumento de la respiración (destrucción de materia orgánica).
- Disminución del traslado de azúcares a la raíz (por una disminución de la síntesis del azúcar).
- Acumulación de compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, pues no se produce una síntesis de proteínas.
- Aparición en las células de las hojas de sustancias catabólicas, como la putresceína, que inician los procesos de muerte celular y de tejidos, es decir la necrosis de los tejidos vivos.
- Se promueve la susceptibilidad al ataque de los hongos (enfermedades criptogámicas) pues disminuye la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de los patógenos.

(Barrios, 2005). Los síntomas que presentan las plantas ante las deficiencias de potasio se pueden generalizar en:

- Reducción general del crecimiento.
- Los tallos y la consistencia general de la planta son de menor resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento (menos velocidad).
- Los frutos y semillas reducen tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis.
- Las hojas tienden a "enrollarse", amarillean los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de la hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego en las superiores.

Una abundancia de este elemento se manifiesta en las siguientes características:

- Mayor crecimiento y vigor.

- Buen desarrollo de flores, frutos y semillas.
- Resistencia al frío y enfermedades criptogámicas.
- Aumento de la calidad de los frutos.

Entre los fertilizantes potásicos se encuentran:

- Cloruro de potasio (KCl)
- Sulfato potásico  $K_2SO_4$
- Nitrato de potasio  $KNO_3$
- Metafosfato potásico  $KPO_3$
- Sales minerales potásicas

### **3.2.5 Nutrientes secundarios.**

Como ya se indicó anteriormente, entre los nutrientes que requieren las plantas también se encuentran los denominados secundarios que son el calcio, magnesio y azufre, de los cuales se indicarán algunas de sus características.

### **3.2.6 Calcio**

El calcio es un elemento de constitución estructural en la planta, su concentración varía de 0.4 a 2.0 %, y forma parte de las paredes celulares, por lo cual tiene un papel muy importante en la división de las mismas, así como en la elongación celular, (Domínguez, 1989).

También se ha indicado que el calcio favorece la formación y el incremento de la proteína contenida en la mitocondria.

Si esto es así, el papel jugado por la mitocondria en la respiración aerobia, y de aquí en la asimilación de sales, indica que debe haber una relación directa entre el calcio y la asimilación de iones en general. El calcio se transloca en forma iónica divalente positiva ( $Ca^{2+}$ ).

Este elemento es relativamente inmóvil en la planta y casi no se mueve en el floema (García, 1980).

Las carencias de calcio se manifiestan en lo siguiente:

- Menor capacidad de síntesis de proteínas en la planta.
- Menor desarrollo radicular: se forman raíces oscuras, cortas y fraccionadas, influyendo directamente en la absorción de otros elementos.
- Clorosis marcada en las hojas, principalmente en las jóvenes.
- Poco crecimiento de los tallos y las hojas, produciéndose además, una muerte de los meristemas. La planta se muestra menos crecida y desarrollada.

### 3.2.7 Magnesio

El magnesio se encuentra en el suelo en forma catiónica, compitiendo con el potasio ( $K^+$ ) y el manganeso ( $Mn^{++}$ ). En esta competencia iónica, cuando hay un exceso de potasio, disminuye la absorción de magnesio; en cambio, cuando existe un exceso de magnesio disminuye la absorción de manganeso (el cual en elevadas concentraciones puede llegar a ser tóxico). (Rodríguez, 1982).

(Grajales, 2004). El magnesio es absorbido por la planta en su forma catiónica ( $Mg^{2+}$ ), ingresa en el interior de las células participando en distintas funciones y constituciones moleculares las cuales se mencionan a continuación:

- Forma parte de la molécula de clorofila, constituyendo el 2.7 % del peso total de la misma.
- Es constituyente de los pectatos (de Ca y Mg) de la lamela media de las células; es abundante en las semillas, tejidos meristemáticos y frutos.
- Entra en la constitución molecular de 15 enzimas del grupo de las sintetizadoras de polipéptidos, las transfosforilasas y las descarboxilasas.
- Interviene en la síntesis de los aceites vegetales.

La carencia de este elemento produce los siguientes síntomas, más notables después del periodo vegetativo (de intenso crecimiento) y generalmente después

de intensas lluvias en suelos que son susceptibles de un gran lixiviado de las sales:

- Clorosis general en la planta, principalmente en las hojas viejas de tipo intervenal (por la falta de clorofila).
- Defoliación intensa en la planta.

### **3.2.8 Azufre**

El azufre es absorbido por las plantas en la forma aniónica como sulfato,  $\text{SO}_4^-$ , que proviene de las distintas sales de los sulfatos como los de calcio, de sodio, y de potasio, entre otros y también del proveniente de la degradación de las sustancias orgánicas.

Una deficiencia de azufre en el suelo puede ocasionar una disminución de la fijación del nitrógeno atmosférico que realizan las bacterias, trayendo consecuentemente una disminución de los nitratos que se incorporan a la planta. El azufre en el interior de las células de las plantas tiene características de poca movilidad. (Rodríguez, 1982).

Los síntomas de deficiencias de azufre en las plantas son los siguientes:

- Crecimiento lento.
- Debilidad estructural de la planta, tallos cortos y pobres.
- Clorosis en hojas jóvenes, un amarillamiento principalmente en los "nervios" foliares e inclusive aparición de manchas oscuras.
- Desarrollo prematuro de las yemas laterales.
- Formación de los frutos incompleta.

### **3.2.9 Nutrientes menores o micronutrientes.**

Además de los elementos mayores (macronutrientes y secundarios), existen otros elementos químicos que las plantas necesitan en muy pequeñas cantidades, variando de unos cuantos gramos a escasos kilogramos por hectárea a los cuales

se les llama elementos menores o micronutrientes, siendo éstos: cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo), hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), cloro (Cl), considerados asimismo como esenciales (Cooke, 1981), de los cuales se detallan algunas de sus características a continuación.

### **3.2.10 Cobre (Cu)**

El cobre es absorbido por las plantas en forma del ión cúprico ( $\text{Cu}^{2+}$ ) aunque también puede ser absorbido como una sal de un complejo orgánico. El cobre es un metal activador de enzimas. También está vinculado con las reacciones luminosas de la fotosíntesis (García, 1980).

Los síntomas de deficiencia de este elemento son:

- Frutos de forma irregular.
- Manchas pardas o rojizas en la superficie de los frutos.
- Reducción del crecimiento de los brotes jóvenes.
- Aspecto clorótico y marchito de las plantas.

### **3.2.11 Zinc (Zn)**

El zinc es absorbido por las raíces de las plantas en forma del ion  $\text{Zn}^{2+}$  y puede ser absorbido bajo la forma de un complejo molecular de agentes quelatantes.

Este elemento interviene en la síntesis de algunos aminoácidos y su función más relevante es la de participar como activador de enzimas (Rodríguez, 1982).

Las deficiencias de zinc producen los siguientes síntomas:

- Se forman entrenudos cortos, plantas "arrosadas", como en citrus y cafetales.
- Crecimiento general reducido.
- Hojas terminales pequeñas.
- Yemas con escaso vigor vegetativo.
- Manchas amarillas y necróticas en hojas.

- En casos extremos no se forman semillas.

### **3.2.12 Molibdeno (Mo)**

El molibdeno se absorbe como el ion  $\text{MoO}_4^{2-}$  y participa como un cofactor en reacciones enzimáticas de la planta.

Interviene en el proceso de absorción del nitrógeno por lo cual su carencia provoca un amarillamiento general de la planta, semejante a la escasez del nitrógeno. (Rodríguez, 1982).

### **3.2.13 Hierro (Fe)**

El hierro es un elemento inmóvil dentro de la planta, es decir, de difícil translocación de un órgano a otro (Rodríguez, 1982). Tiene un papel muy importante por ser activador del sistema enzimático e interviene en la síntesis de los anillos pirrólicos que forman parte de la molécula de clorofila.

Los síntomas de deficiencia que presentan las plantas se relacionan con una clorosis generalizada de la planta, en las hojas en la zona intervenal y también en los brotes jóvenes. La aparición de los síntomas es primero en las hojas jóvenes, puesto que este elemento es poco móvil, manifestándose un amarillamiento en las hojas, pudiendo llegar a un "emblanquecimiento" de las mismas y posteriormente su muerte, sin haber presentado deformaciones.

### **3.2.14 Manganeso (Mn)**

Las plantas absorben el manganeso en su forma catiónica ( $\text{Mn}^{2+}$ ). Este elemento es limitado en la superficie arable del suelo, unos 15-20 cm de profundidad y una concentración excesiva puede originar efectos tóxicos. Su presencia en el suelo está determinado por varios factores, entre los que destaca el pH, ya que en suelos alcalinos las plantas pierden totalmente la posibilidad de absorción del mismo; asimismo cuando hay exceso de materia orgánica se presentan una gran

cantidad de elementos competitivos, disminuyendo la absorción del manganeso; por otra parte muchas bacterias específicas pueden oxidarlo, inmovilizándolo en el suelo. El manganeso es poco móvil en la planta y su carencia produce síntomas como puntos necróticos en la planta y amarillamiento tendiendo a un color rojizo en la zona intervenal de las hojas. (Rodríguez, 1982).

### **3.2.15 Boro (B)**

El boro está involucrado en el transporte de azúcar y almidones a través de la membrana y en los conductos floemáticos.

También interviene en la síntesis de la pared celular e interacciona con las auxinas, teniendo consecuentemente una influencia en el crecimiento y en la elongación de la célula; participa asimismo en el metabolismo de los carbohidratos y juega un papel esencial en la formación de aminoácidos y en la síntesis de proteínas (Rodríguez, 1982).

Los síntomas generales de deficiencia son:

- Detención del crecimiento y desarrollo de los órganos de la planta.
- Deformaciones en las hojas, enrollamientos y muerte de puntos meristemáticos.
- Aspecto "arrosetado" de la planta.
- En las leguminosas se acentúan los problemas, pues además no se produce normalmente la asociación nodular.

### **3.2.16 Cloro (Cl)**

Participa en la fase luminosa de la fotosíntesis a través de su intervención en las reacciones de fosforilación y, junto con el K, actúa en la osmoregulación celular y como anión en el balance anión - catión de las plantas (García, 1980).

### **3.2.17 Tipos de presentación de los fertilizantes.**

Los fertilizantes se pueden encontrar en diferentes tipos de presentación como son sólidos, líquidos y gaseosos. (Domínguez, 1989).

a) Sólidos: Son generalmente los más utilizados y pueden estar en presentación de polvo, en cristales o gránulos.

- Polvos: La pulverización del fertilizante tiene como finalidad lograr una buena distribución con las partículas del suelo. Se usan generalmente abonos de baja solubilidad, pues al pulverizarse aumentan su capacidad de contacto en el suelo y su distribución en el mismo.
- Gránulos: Son partículas redondeadas más o menos uniformes de tamaño variable de 1 a 5 mm.
- Cristales: Son fertilizantes cristalizados y presentan las mismas características que los granulados. Estos fertilizantes sólidos tienen una buena dureza y buena capacidad de almacenaje por su composición cristalina en partículas.

b) Líquidos: Pueden ser simples, como las soluciones nitrogenadas, o compuestos como las soluciones binarias o terciarias.

c) Gaseosos: Sólo se utiliza el amoníaco anhidro que, en su almacenaje, se mantiene en forma líquida muy fuertemente comprimido y cuando se aplica en el suelo se gasifica.

### **3.3 Bioestimulantes.**

El término bioestimulante se refiere a sustancias que a pesar de no ser un nutrimento, un plaguicida o un regulador de crecimiento, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo,

el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos. (Saborío, 2002).

Esta definición resulta poco específica y ello ha conducido a que en el mercado el término bioestimulante se utilice para describir una amplia gama de productos, que van desde extractos de plantas hasta extractos animales, además combinaciones de estos con productos de reconocida función, tales como nutrimentos, vitaminas o reguladores de crecimiento. (Hernández, 2004).

Existen diversos tipos de bioestimulantes, unos químicamente bien definidos tales como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos. Existen otros más complejos en cuanto a su composición química, como pueden ser los extractos de algas y ácidos húmicos. (Saborío, 2002).

### **3.3.1 Modo de acción del bioestimulante.**

Los bioestimulantes actúan en la planta de diferentes formas, entre las que se pueden destacar las siguientes:

#### a) Ahorro de energía.

Las plantas a través de procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración sintetizan sus propios aminoácidos a partir de los nutrimentos minerales que absorben. Los aminoácidos luego se unen formando cadenas, dando lugar a las proteínas y enzimas que constituyen parte del material vivo de la planta. Al aplicar bioestimulantes formulados a base de aminoácidos se supe a la planta con estos bloques estructurales (aminoácidos). (Saborío, 2002).

Esto favorece el proceso de producción de proteínas con lo que se produce un ahorro de energía que la planta puede dirigir hacia otros procesos tales como floración, cuajado y producción de frutos (Hernández, 2004).

#### b) Formación de sustancias biológicamente activas.

La respuesta de la planta a la aplicación de los aminoácidos se ha asociado a la formación de sustancias biológicamente activas, las cuales actúan vigorizando y estimulando la vegetación, por lo que resultan de gran interés en los períodos críticos de los cultivos, o en aquellos cultivos de producción altamente intensiva (invernaderos, cultivos hidropónicos, etc.). Aunque la naturaleza de estas sustancias no es conocida, se ha demostrado que estimulan la formación de clorofila, del ácido indolacético (AIA), la producción de vitaminas y la síntesis de numerosos sistemas enzimáticos. (Saborío, 2002).

La acción combinada de los efectos bioestimulantes y hormonal suele traducirse en estímulos sobre la floración, el cuajado de los frutos, adelanto en la maduración y mejora del tamaño, coloración, riqueza en azúcares y vitaminas.

#### c) Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos.

Los aminoácidos pueden formar quelatos con diferentes microelementos (hierro, cobre, zinc y manganeso especialmente), favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales. Esta cualidad de introducir moléculas al interior de los tejidos vegetales se aprovecha actualmente para mejorar la eficacia de diversos productos fitosanitarios sistémicos o penetrantes como herbicidas, fitoreguladores etc., permitiendo reducir incluso sus dosis de aplicación. (Saborío, 2002).

### **3.4 Formulaciones a base de aminoácidos.**

Estos bioestimulantes poseen aminoácidos en diferentes composiciones: libres, en cadenas cortas (1-10 aminoácidos) oligopéptidos, o en cadenas largas (mayor de 10 aminoácidos) polipéptidos.

Los aminoácidos son las unidades básicas que componen las proteínas y estas juegan un papel clave en todos los procesos biológicos como en el transporte y el almacenamiento, el soporte mecánico, la integración del metabolismo, el control del crecimiento y la diferenciación celular.

Las plantas sintetizan los aminoácidos a través de reacciones enzimáticas. (Saborío, 2002).

### **3.5 Formulaciones a base de aminoácidos con vitaminas.**

Los bioestimulantes también pueden contener varios paquetes de vitaminas. Por definición, las vitaminas son compuestos orgánicos que, en concentraciones bajas, tienen funciones catalizadoras y reguladoras en el metabolismo de la célula. Cabe mencionar que las plantas tienen la habilidad de sintetizar vitaminas. (Saborío, 2002).

### **3.6 Formulaciones a partir de algas.**

En 1979, dos biólogos marinos y un ingeniero mecánico descubrieron niveles altos de bioestimulantes presentes en las células del alga marina fresca, *Ecklonia máxima*. En la actualidad existen varios tipos de algas a partir de las cuales se obtiene bioestimulantes, entre ellas el alga marina noruega (*Ascophyllum*), la cual se recoge fuera de las costas de Inglaterra, Irlanda y Noruega, Gulfweed (*Sargassum*), una planta del mar flotante que se siega fuera de la costa de Carolina del Norte; y Kelp (*Macrocystis gigante*) encontrada en el noroeste del Pacífico de Estados Unidos. (Saborío, 2002).

El alga marina contiene 60 o más minerales y algunos reguladores de crecimiento de plantas. No es, sin embargo, un fertilizante completo. Tiene una cantidad regular de nitrógeno y potasio, pero es muy bajo en fósforo.

### **3.7 Formulaciones húmicas.**

Los bioestimulantes a base de ácidos húmicos son formulaciones líquidas de sustancias húmicas que se emplean habitualmente mediante el agua de riego o en pulverización foliar para incrementar la absorción y asimilación de los nutrimentos minerales, de tal forma que actúan sobre el cultivo incrementando el vigor, rendimiento y calidad de la producción. (Saborío, 2002). Las sustancias húmicas son compuestos de naturaleza polimérica derivados de la lignina y celulosa, y se componen de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos que se separan en fabricación gracias a su diferencia de solubilidad en medio ácido o alcalino. (Hernández, 2004).

#### **3.7.1 Sustancias húmicas**

Son sustancias de color oscuro, ácidas, predominantemente aromáticas, químicamente complejas, poseen una alta capacidad de intercambio catiónico. El humus es la fracción amorfa coloidal y alterada desde el punto de vista microbiano, así como relativamente estable, de la materia orgánica del suelo, que se obtiene después de la condensación de compuestos fenólicos y aminos derivados de la descomposición de la materia orgánica. (Hernández, 2004).

Las sustancias húmicas son producto de la transformación bioquímica de los residuos orgánicos, estas sustancias pueden influenciar en el crecimiento y desarrollo de las planta, su efecto puede ser directo e indirecto; el efecto indirecto se refiere a los cambios físicos, químicos y biológicos que estas pueden llevar a cabo en las raíces. (Saborío, 2002).

El efecto directo significa que fracciones de las sustancias Húmicas pueden ser absorbidas por la planta e influenciar su metabolismo. Así tenemos que intervienen en la permeabilidad de las membranas celulares, en la respiración y en la fotosíntesis, en la síntesis de ácidos nucleicos, en la actividad enzimática, etc.

El nitrógeno se considera como parte constitutiva de las moléculas de ácidos húmicos, la posición de este en la molécula de las sustancias determina en cierta medida la accesibilidad del nitrógeno a los microorganismos y por consiguiente a las plantas. (Hernández, 2004).

Saborío, (2002), hace una clasificación de los componentes de las sustancias húmicas basada en la solubilidad de los mismos en un medio ácido o básico dividiéndose en tres fracciones principales:

- a) ácidos húmicos
- b) ácidos fúlvicos
- c) Huminas

En el tabla 7 se enlistan algunas de las principales diferencias características de las sustancias húmicas.

Tabla 7. Clasificación y propiedades de las sustancias húmicas

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>ACIDO FULVICO</b>	<b>ACIDO HUMICO</b>	<b>HUMINAS</b>
Polimerización	Baja	-----	Alta
Color	Amarillo-naranja	Café negro	Negro
% C	45	-----	60
% N	0.5 – 2.0	3.8	-----
Acidez	Alta	-----	Baja
Absorción de iones y agua	Ligera	Alta	Baja
Movilidad	Muy móvil	-----	Ligeramente móvil
Origen	Químico	Biológico	Resultado de humatos y fulvatos
Fuente: Bioestimulantes foliares Saborío, (2002)			

### 3.7.2 Ácidos fúlvicos.

Es la fracción de las sustancias húmicas que es soluble en medios alcalinos y que no se precipita en medios ácidos, son polímeros que contienen anillos aromáticos,

grupos fenólicos y alto contenido de grupos carboxílicos con peso molecular relativamente bajos y muy alta capacidad de intercambio catiónico de hasta 700 meq 100 g<sup>-1</sup> de sustancia.

Los ácidos fúlvicos contienen una fracción de las sustancias húmicas soluble en agua tanto a pH alcalino como en ácido, se diferencian de los ácidos húmicos por tener una coloración más clara, un contenido mayor de oxígeno y un contenido más bajo de carbono. (Hernández, 2004).

### **3.7.3 Ácidos húmicos.**

Es la fracción de las sustancias húmicas que son solubles en medios alcalinos e insolubles en ácidos minerales y son de color café oscuro químicamente son anillos aromáticos, compuestos cíclicos de nitrógeno, cadenas peptídicas, grupos carboxílicos y fenoles de alto peso molecular y alta capacidad de intercambio catiónico.

El nitrógeno se considera parte integral de las moléculas de los ácidos húmicos, variando su contenido del 3 al 5%, también encontramos una gran diversidad de aminoácidos. (Hernández, 2004).

### **3.8 Fertilización foliar**

Actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y en ningún momento, sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que las dosis de aplicación que pueden suministrarse por vía foliar son muy pequeñas, en relación con los niveles de fertilización utilizados por los cultivos para alcanzar altos rendimientos y los ornamentales no son una excepción. (Molina, 2002).

Mantener la adecuada nutrición es el aspecto más crítico en la producción de ornamentales. Hoy en día la mayoría de los productores utilizan un programa de

fertilización líquida (fertirrigación) como principal medio para suplir de nutrientes a la planta que puede ser suplementada con fertilización granular.

La frecuencia de la aplicación de fertilizantes también influye en las plantas. En algunos casos es importante suministrar nutrientes en el máximo periodo de crecimiento vegetativo o reproductivo. Sin embargo, generalmente se acepta que una nutrición constante (fertilizante soluble en cada riego) es el mejor sistema para optimizar el crecimiento de la planta. (Barrios, 2005).

La fertilización foliar se justifica cuando se tiene una limitante muy severa a nivel radicular que afecta la absorción y eficiencia de nutrimentos aplicados al suelo. Este método de fertilización provee una utilización más rápida de los nutrimentos y permite la corrección de deficiencias en un menor tiempo que cuando se realiza por aplicación al suelo. Una vez aplicados los fertilizantes al suelo, estos sufren una serie de reacciones y transformaciones y están sujetos a procesos que determinan pérdidas importantes de los nutrimentos al quedar fuera del alcance de las raíces. (Saborío, 2002).

Debido al efecto de los riegos, los fertilizantes se lavan muy rápido de la mezcla y por eso se debe abonar como mínimo cada tercer riego, sin embargo lo mejor es en todos los riegos.

Uno de los problemas relacionados con el riego es la lixiviación, que es la pérdida de nutrimentos por arrastre por el agua tanto a nivel horizontal como vertical en el suelo. Entre los elementos más fácilmente lixiviados está el nitrógeno, principalmente en su forma nítrica ( $\text{NO}_3$ ), por ser un anión débilmente retenido y muy móvil en el suelo. El potasio, aunque en menor proporción que el nitrógeno, también se pierde por lixiviación; sin embargo, su condición de catión le facilita una relativa estabilidad en el suelo. En el caso del fósforo, por ser un elemento poco móvil, las pérdidas por lavado son menores. Otros elementos como el calcio, magnesio y azufre, también están sujetos a la lixiviación.

(Molina, 2002). La eficiencia de la fertilización foliar en ornamentales depende de varios factores, dentro de los que se destacan los siguientes:

- a) Tipo de planta: de los factores inherentes a la planta y que son controlados genéticamente son importantes el grosor y permeabilidad de la cutícula, el número de estomas, la vellosidad o pubescencia de la superficie y el ángulo de inserción de las hojas.
- b) Factores ambientales: son muchos los factores ambientales que afectan la eficiencia de la fertilización, dentro de los que destacan el suelo, el clima y la precipitación, entre otros.
- c) Sistema de aplicación: En la medida en que sean controlados, son importantes: la concentración y el tipo de solución; la dosis de aplicación; el pH de la solución; la polaridad e higroscopicidad, y los productos utilizados, en particular los aditivos o coadyuvantes que aseguran una mejor cobertura y distribución de la solución sobre el follaje y ayudan a la capacidad de penetración de los nutrimentos, disminuyendo las pérdidas.

(Barrios, 2005). En general, para realizar aplicaciones de fertilizantes foliares se deben tener en mente los siguientes aspectos:

- a) Identificar bien la deficiencia antes de realizar la aplicación
- b) Usar la adecuada concentración de nutrimento
- c) Revisar bien los cálculos de concentración de la solución
- d) Ajustar la concentración de acuerdo al tipo de sistema de aplicación
- e) No realizar aplicaciones en días muy soleados y calurosos y con fuerte viento
- f) Aplicar soluciones bien filtradas
- g) Evitar realizar aplicaciones en días muy lluviosos
- h) Utilizar los adecuados humectantes y adherentes

- i) No esperar que la aplicación tenga un efecto prolongado

En la fertilización foliar, los nutrimentos penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o el envés de las hojas y también a través de espacios microscópicos que se encuentran en las hojas, denominados ectodesmos que, al dilatarse la cutícula, se producen espacios vacíos que permiten la penetración de los nutrimentos.

Los nutrimentos se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción, necesitando de 0,5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes, destacando el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido. (Tolosa, 1998). En el tabla 8, se detallan tiempos de absorción de algunos nutrimentos importantes.

Tabla 8. Velocidad de absorción foliar.

<b>NUTRIMENTO</b>	<b>TIEMPO PARA QUE SE ABSORBA EL 50% DEL PRODUCTO</b>
N (urea)	0.5 – 2 h
P	5 - 10 días
K	10 - 24 h
Ca	1 - 2 días
Mg	2 - 5 h
S	8 días
Mn	1 - 2 días
Zn	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Fe	10 - 20 días
Fuente: Fertilizantes, normas y recomendaciones para cultivos agrícolas y hortícolas. (Montañés, 1986).	

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías, como:

- la corriente de transpiración vía xilema
- las paredes celulares
- el floema y otras células vivas
- los espacios intercelulares

La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema se inicia desde la hoja donde se absorben y sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares donde se utilizan o almacenan dichos compuestos. En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas, producto de la fotosíntesis. (Molina, 2002).

### **3.8.1 Categorías de la fertilización foliar**

(Molina, 2002). De acuerdo con el propósito que se persigue, la fertilización foliar se puede dividir en seis categorías:

- a) Fertilización correctiva: es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de las plantas y su efecto es de corta duración cuando las causas de la deficiencia no son corregidas.
- b) Fertilización preventiva: se realiza cuando se conoce que un determinado nutrimento es deficiente en el suelo y que a través de esta forma de

aplicación no se resuelve el problema; un ejemplo de esto es la aplicación de Zn y B en café.

- c) Fertilización sustitutiva: se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, en la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macronutrientes.
- d) Fertilización complementaria: consiste en aplicar fertilizantes al suelo y al follaje, generalmente se utiliza para suplir micronutrientes y es uno de los métodos más utilizados en una gran cantidad de cultivos. (Cadahia, 1998)
- e) Fertilización complementaria en estado reproductivo: puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales la fuerza metabólica de la floración y el llenado de las semillas, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.
- f) Fertilización estimulante: consiste en la aplicación de formulaciones con NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulador sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en períodos de gran demanda nutricional, o en períodos de tensiones hídricas.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 Ubicación del experimento.**

Este experimento se llevó a cabo en el periodo de septiembre a noviembre en las instalaciones del vivero municipal de Cuautitlán Izcalli ubicado a un costado de la autopista México-Querétaro Km. 36.8, en un invernadero tipo túnel con cubierta plástica, las dimensiones de la estructura es de 10 x 5 metros utilizando sólo la mitad de la superficie del invernadero.

El invernadero tipo túnel que se utilizó para la presente investigación fue acondicionado debido al evidente deterioro que presentaba por el abandono en el que se encuentran en las instalaciones del vivero.

### **4.2 Acondicionamiento del invernadero.**

El acondicionamiento consistió primeramente en la remoción de los plásticos y la colocación de otros provenientes de los invernaderos vecinos y que se encontraban en mejores condiciones, ya que el vivero no cuenta con material para la sustitución, por lo que se optó por reutilizar el plástico. Una vez listo el invernadero, se realizó la limpieza en el interior para posteriormente colocar tezontle como piso y así mejorar la instalación del mismo.

Una vez terminado el acondicionamiento del invernadero el plástico se pintó de color claro para disminuir la intensidad de luz y así evitar que las plantas de nochebuena estuvieran expuestas directamente a los rayos del sol.

### **4.3 Acondicionamiento del área de enraizado.**

Para la construcción del área de enraizado se usó material disponible en el vivero, como estructuras metálicas que se unieron para formar la base que sostuvo el

plástico con el que fue recubierto, el microtúnel estuvo en el interior del invernadero por lo que hubo que tener cuidado en el armado pues cuando finalizó el periodo de enraizado de los esquejes éste debió ser retirado del interior para su desarmado.

La cubierta plástica se selló completamente a excepción de la ubicada en el acceso, para mantener la temperatura y la humedad propicias para el desarrollo de las raíces.

#### **4.4 Material vegetativo.**

El material que se utilizó fueron plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) de la variedad Freedom, adquiridas por el municipio en el año 2008 y que fueron retiradas de los camellones del municipio en el mes de febrero de 2009.

#### **4.5 Enraizado de esquejes**

Para poder obtener un óptimo enraizado se tomó en cuenta lo siguiente:

- 1) La temperatura óptima del área de enraizado de día y de noche fue de 25°C y se procuró mantenerla siempre lo más próxima a este valor, sin dejar que se incrementara o disminuyera considerablemente pues esto podía repercutir directamente en la calidad de los esquejes.
- 2) Para evitar quemaduras en las hojas se pintó la cubierta del invernadero, reduciendo con ello la intensidad de la luz. Se utilizó un color claro con el que se evitó que se oscureciera demasiado el invernadero.
- 3) Para mantener la humedad relativa dentro del área de enraizado se realizaban riego en aspersiones a modo de mantener los esquejes bien hidratados.

- 4) Todos los recipientes en donde se transportó el esqueje cortado y las macetas de enraizamiento fueron desinfectados, lo mismo que pisos y camas de propagación con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5%.
- 5) El personal que estuvo en contacto con los esquejes utilizó ropa, zapatos y guantes desinfectados.
- 6) Para la preparación del sustrato para el enraizamiento de los esquejes se utilizaron los siguientes materiales, suficientes para llenar 150 macetas de 5":
  - 3 costales de tierra de hoja.
  - 1/2 carretillada de turba.
  - 1/4 de costal de Agrolita.

La mezcla de los materiales se hizo de la siguiente manera:

Se buscó un área limpia de impurezas y de fácil manejo para así evitar lo menos posible una contaminación de la mezcla.

- Se esparció la tierra de hoja para poder revolverla más fácilmente.
- Se colocó la Agrolita y se revolvió con la tierra de hoja hasta que se conformó una mezcla homogénea.
- Por último se colocó la turba, el cual previamente se había sumergido en agua limpia durante 12 horas para romper los terrones que se forman, y que una vez mezclada con los demás materiales no se hiciera difícil mezclarlos, ya que estando en la maceta retiene mucha agua y podrían proliferar hongos o bacterias.

Una vez que se tuvo la mezcla se esterilizó con vapor a 100°C durante 30 minutos y posteriormente se llenaron, hasta el borde, las macetas de 5" colocándose en el

área de enraizado formando hileras para facilitar su maniobra dentro del microtúnel. Posteriormente se dio un ligero riego a manera de brisa sólo para humedecer el sustrato y mantener elevada la humedad relativa dentro del área de enraizado.

Una vez que estuvieron las macetas con el sustrato dentro del área de enraizado, se procedió a seleccionar los esquejes, utilizando los que tuvieran las siguientes características: diámetro de tallo aproximado de 0.7 a 1 cm; hojas de color verde oscuro y con un ancho mínimo de 5 cm. Los esquejes que se utilizaron fueron de una longitud de entre 6 a 8 cm y presentaron entre 5 y 6 hojas. Durante la recolección de esquejes se evitó la exposición prolongada al calor, para cuidar que no se marchitaran y que esto ocasionara dificultades para su enraizamiento o la muerte prematura del esqueje.

Una vez obtenidos los esquejes se sumergieron en una cubeta con agua con una solución de 0.5 grs de Captán por 3 segundos, con la finalidad de eliminar cualquier hongo o bacteria que viniera procedente de la planta madre. Posteriormente la parte inferior del esqueje se sumergió a 1 cm de profundidad en Radix 1500 (enraizador) y con el dedo índice se hizo un hoyo en el sustrato a una profundidad de 2 cm., para colocar la base del esqueje rellenando con sustrato nuevamente.

Una vez colocados todos los esquejes en las macetas se realizó un ligero riego rociando las macetas para humedecer el sustrato y mantener la humedad. Al cabo de la segunda semana, en la que se observó que había evidencia de formación del callo en la base del esqueje, se inició la aplicación de fungicidas para protección de los esquejes, haciéndolo en forma de rocío.

Se aplicaron rocíos continuos para evitar el marchitamiento de los esquejes durante el enraizado cada 15 minutos durante 15 segundos en un periodo de 10 de la mañana hasta las 5 de la tarde, durante dos semanas esto con la finalidad de evitar que las hojas se deshidrataran completamente. Dentro del área de

enraizado se colocaron 60 macetas por m<sup>2</sup> para mantener una buena circulación de aire, pues la ventilación es muy importante para el desarrollo de la planta y es una buena medida para prevenir infecciones causadas por hongos y bacterias.

A partir de los 14 y hasta los 21 días de iniciado el enraizado se redujo la aplicación de rocío, eliminándolo completamente una vez que se hubo desarrollado la raíz del esqueje, regando posteriormente la planta dos veces al día para que se fuera aclimatando a las condiciones en las que se colocaron posteriormente. Para la aclimatación de los esquejes, durante las mañanas se bajaron 10 cms en línea recta las cortinas laterales del área de enraizado para que se ventilara y, de esta forma, tanto la temperatura como la humedad del interior descendieron gradualmente; por las tardes se levantaron nuevamente las cortinas.

El manejo de las cortinas también fue gradual, bajándolas 20 cm el segundo día, 30 el tercero, 50 el cuarto y 80 el quinto, retirando las cortinas del área de enraizado al sexto día. Diariamente se aplicaron 3 riegos ligeros, a manera de solo humedecer el sustrato, aumentándolos cuando se incrementaba la temperatura en el interior.

El enraizamiento de los esquejes tardó aproximadamente 33 días, comenzando el 18 de julio y finalizado el 20 de agosto del 2009, sacando entonces las macetas del área de enraizado para trasladarlos al invernadero y proceder al montado del diseño del experimento. Se dejó aclimatar 10 días a las plantas para posteriormente dar comienzo al experimento.

#### **4.6 Diseño experimental**

Se utilizaron 150 macetas, 30 para cada uno de los tratamientos, quedando 5 tratamientos con 3 repeticiones cada uno y 10 unidades experimentales por repetición. El diseño experimental que se utilizó fue el de Bloques Completamente al Azar (Martínez G. A. 1988) pues éste cubre con los requerimientos que

demanda el experimento. La toma de datos se realizó cada 15 días durante tres meses.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa Minitab 15 y para la interpretación de los datos se hizo uso del método de Dunnett's.

Asimismo, para cada parámetro evaluado se elaboraron gráficas de incremento y de velocidad de crecimiento absoluto. Las características de los tratamientos utilizados se indican en la tabla 8:

Tabla 8. Tratamientos del experimento.

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA	ELEMENTOS Y/O COMPONENTES	DOSIS/LITRO DE AGUA
1 (Testigo) TR	-Sin aplicación foliar	-----	-----
2 (Mezcla #1) TZ	- Nitrato de Amonio - Acido Fosfórico 85% - Nitrato de Potasio - Sulfato de Magnesio - Multiquel-com	N, P, K, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Co, B, Mo.	2 grs. 3 ml. 1 gr. 2 grs. 2 grs.
3 (Mezcla #2) TX	- Megatón - Folim 20-30-10 - PHC HEALTHY STAR 12-16-12	N, P, K, Fe, Mn, Zn, Cu, Mg, Mo, B, S, Ca, Ac. Húmicos, algas marinas, bacterias benéficas.	2 grs 2 grs 2 grs
4 (Mezcla #3) TY	- Folim 20-30-10 - Nutriplant plus - PHC HEALTHY STAR 12-16-12	N, P, K, Fe, Mn, Zn, Cu, Mg, Mo, B, S, Ca, Co, Ac. Húmicos, algas marinas, vitaminas, aminoácidos, bacterias benéficas.	2 grs 2 grs 2 grs
5 (Mezcla #4) TXY	- Nutriplant plus - Megatón - PHC HEALTHY STAR 12-16-12	N, P, K, Fe, Zn, B, Ca, Mg, Cu, S, Mn, Co, Mo, vitaminas, aminoácidos, Ac. Húmicos, algas marinas, bacterias benéficas.	2 grs 2 grs 2 grs

Para la mezcla 1, la recomendación la realizó un productor de Xochimilco en base a sus experiencias generadas en la producción de la planta de nochebuena.<sup>1</sup> Para

<sup>1</sup> Comunicación personal: Ing. Marco Esquivel asesor Xochimilco.

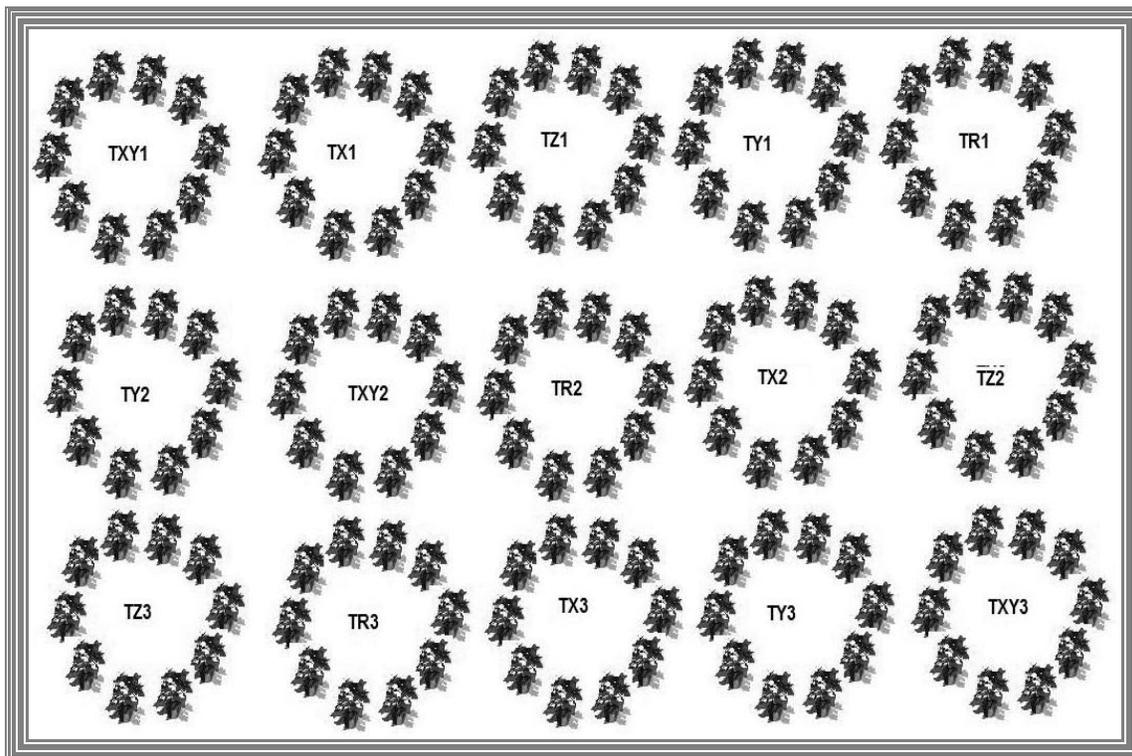
las siguientes mezclas las dosis fueron obtenidas a partir de lo que especificaba la etiqueta del producto. En la tabla 9 se muestra una comparativa de los componentes nutrimentales de cada mezcla foliar utilizada.

Tabla 9. Comparativa de las mezclas

TRATAMIENTO	MEZCLA	COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA	ELEMENTOS Y/O COMPONENTES																	
			N	P	K	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Co	B	Mo	Cu	Ca	Ac. Húmicos	Ext. de algas	Bact. benéficas	vitaminas	aminoácidos
1	0	Sin aplicación foliar																		
2	z	Nitrato de Amonio																		
		Acido Fosfórico																		
		Nitrato de Potasio																		
		Sulfato de Magnesio																		
		Multiquel-com																		
3	x	Megatón																		
		Folim																		
		PHC HEALTHY STAR																		
4	y	Folim																		
		Nutriplant plus																		
		PHC HEALTHY STAR																		
5	xy	Nutriplant plus																		
		Megatón																		
		PHC HEALTHY STAR																		

Las macetas se ubicaron en el invernadero distribuidas con el diseño que se muestra en la figura 1.

Figura 1. Ubicación de los tratamientos y repeticiones de plantas de nochebuena con aplicación de diferentes mezclas de fertilizantes foliares.



#### 4.7 Variables evaluadas

El experimento se inició el 1° de septiembre del 2009 y finalizó el 30 de noviembre del mismo año y los parámetros que se evaluaron fueron los siguientes:

- Altura de planta: se tomó después del pinchado dejando 5 hojas, midiendo a partir del sustrato y hasta el ápice.
- Número de tallos: se consideró como tallos secundarios a todos aquellos que se desarrollaron a partir del quinto brote pues la nochebuena no contiene tallo principal.
- Número de brotes por planta: se consideraron a partir de la quinta hoja después del pinchado.
- Brácteas pigmentadas por planta: se tomó el número de brácteas desarrolladas por planta.

- Diámetro del conjunto de hojas florales o brácteas: ésta se tomó midiendo a partir de las puntas de las brácteas opuestas.

#### **4.8 Material para la toma de datos.**

Para la elaboración de las mezclas se utilizó una báscula, probeta, goteros, cubetas graduadas y una mochila de aspersion para la aplicación de los productos. Para poder medir los parámetros de altura y diámetros se utilizaron regla, vernier y cinta métrica, mientras que la evaluación de los otros parámetros se hizo visualmente.

#### **4.9 Manejo agronómico.**

Las plantas de nochebuena, a lo largo del experimento, recibieron el mismo manejo agronómico que consistió en lo siguiente:

Se realizó un pinchado a cada esqueje. Se aplicó riego por aspersion a las plantas 2 ó 3 tres veces al día, tomando en cuenta que si aumentaba la temperatura dentro del invernadero los riegos aumentaban teniendo cuidado de no saturar el sustrato de las macetas.

La aplicación de los insecticidas y fungicidas se realizó cada 5 días y prácticamente no hubo incidencia de plagas y enfermedades debido a que el invernadero estaba aislado por lo que la aplicación solo fue preventiva. Se realizaron muestreos visualmente en las raíces en busca de hongos que pudiesen provocar algún daño a la planta.

Cuando comenzó la floración se taparon las plantas con platicos negros para alargar el periodo de oscuridad hasta 15 horas para que pigmentaran las brácteas. Asimismo, cada 20 días se fertilizó con Micofex y Fertihumus directo al sustrato de todas las plantas, a una dosis de 3 ml por litro de agua.

## **V. RESULTADOS.**

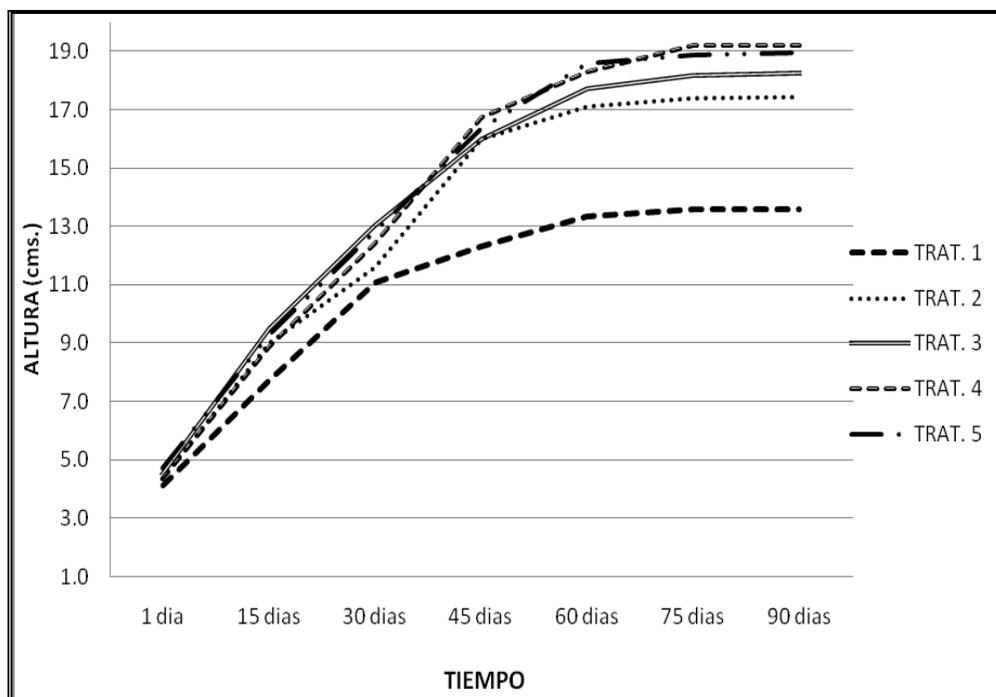
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### **5.1 Altura de planta**

El análisis estadístico obtenido para el parámetro altura de planta indica que existe una ligera variación entre los tratamientos, al hacer la comparación por el método de Dunnett éste arroja que el testigo no presentó un crecimiento similar en comparación con los otros (anexo 2), lo que indica que existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos en los que se aplicaron mezclas de fertilizantes foliares.

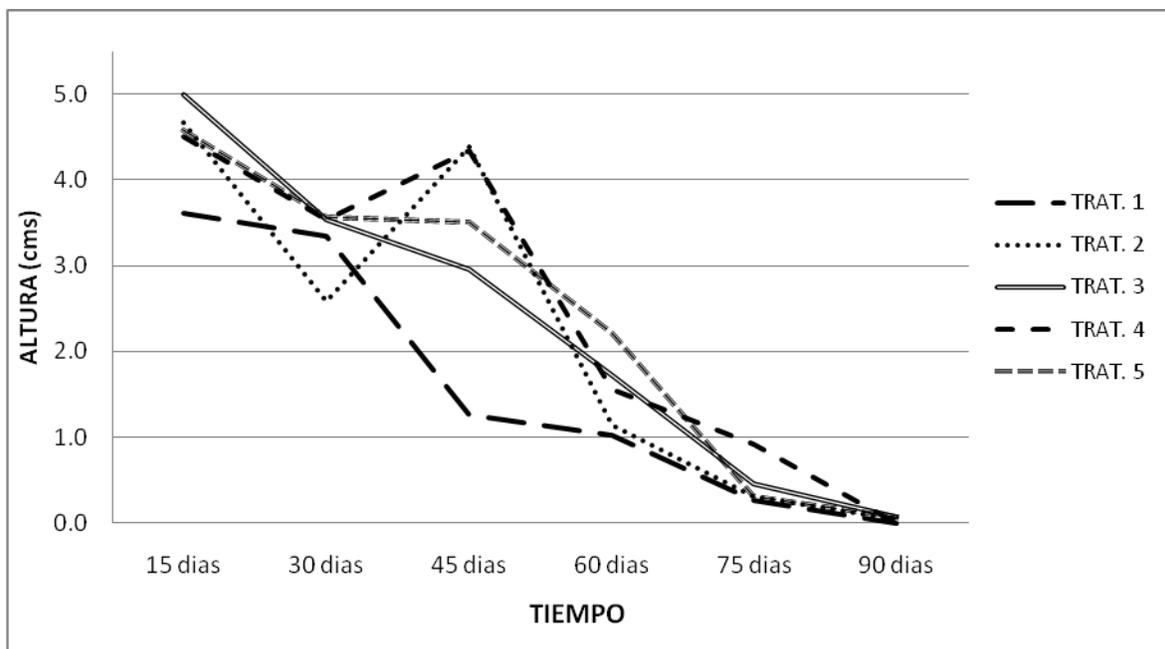
En la gráfica 1 se observa, para el testigo (tratamiento 1) un menor incremento en la altura de planta con respecto a los tratamientos en que se aplicaron las mezclas de fertilizantes foliares; sin embargo al analizar los tratamientos con aplicaciones foliares se observa que el desarrollo de las plantas fue muy similar, aunque hay una ligera diferencia en el incremento de altura de los tratamientos 4 y 5 lo que se ve reflejado en un aumento en el crecimiento de la nochebuena con respecto a los demás tratamientos, alcanzando alturas mayores a los 19 cm. en promedio.

En la grafica 1 también se observa que, después del día 10 de noviembre, ya no hay crecimiento significativo, debido a que las plantas detienen su crecimiento para enfocarse al desarrollo de la floración, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Pineda en 2008.



Gráfica 1. Incremento de altura de planta en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

Por lo anterior, los tratamientos en los que se obtuvieron los mejores resultados fueron el 4 y 5, esto debido a que las mezclas de fertilizantes (anexos 7, 8, 9 y 10) aplicados a las plantas aportaron un alto porcentaje de elementos mayores, así como microelementos, ácidos húmicos y aminoácidos, que las plantas de nochebuena asimilaban más rápidamente. Cabe mencionar que los ácidos húmicos elevan los niveles de fósforo, hierro, magnesio y zinc beneficiando así a la planta; también incrementan la permeabilidad de las membranas celulares, promoviendo por consiguiente una absorción más activa de agua y nutrientes lo que se vio reflejado en un incremento en el desarrollo de la planta y por consiguiente en un aumento gradual de la altura de las mismas lo cual queda claro al observar la gráfica 2. Dicha gráfica indica que en los tratamientos 4 y 5 se mantiene un crecimiento estable, el tratamiento 2 comienza con una altura adecuada, sin embargo en éste no se mantiene la misma velocidad de crecimiento por lo que se ve superada al final.



Gráfica 2. Velocidad de crecimiento en altura de planta en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

En la misma gráfica 2, para los tratamientos 2 y 3 se observa un crecimiento más lento respecto a los tratamientos 4 y 5; en el caso del tratamiento 2, la mezcla contiene únicamente elementos inorgánicos, mientras que el tratamiento 3, contiene una mínima cantidad de ácidos húmicos y bacterias, lo que pudo originar que la planta no se desarrollara con la misma velocidad.

## 5.2 Número de tallos.

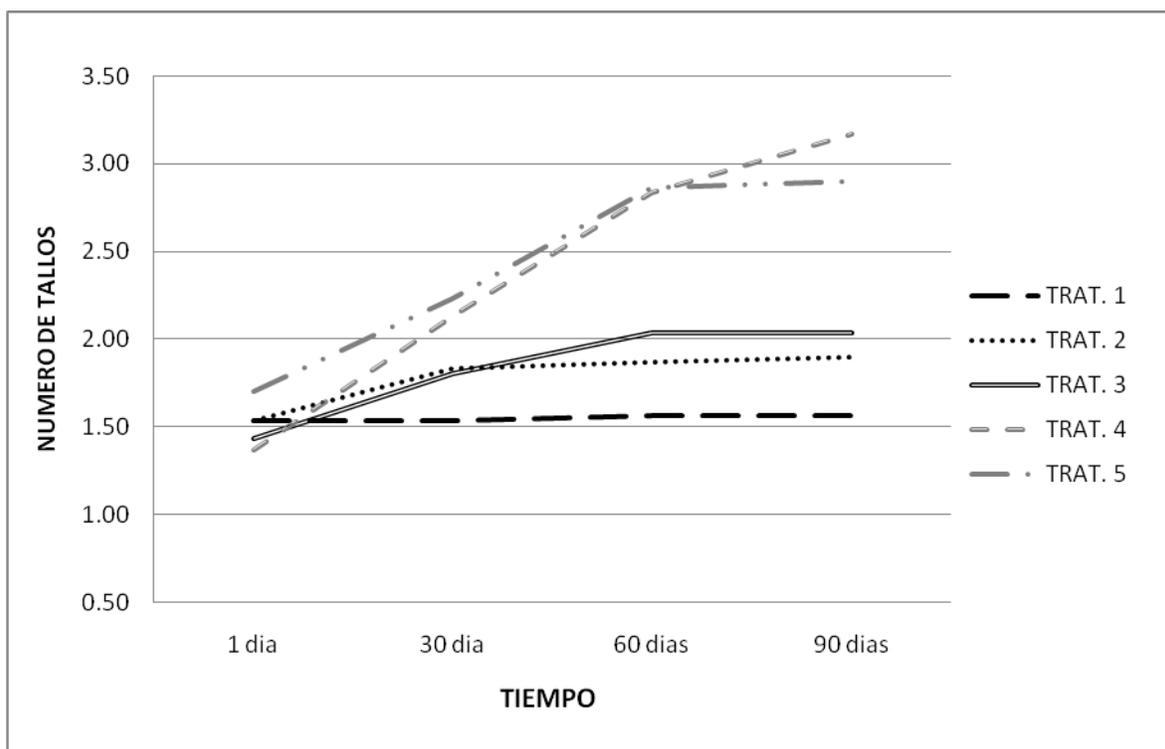
En cuanto al número de tallos secundarios desarrollados en cada planta y que son la base para que ésta tenga un follaje abundante y con ello una mejor calidad, se observó una buena respuesta en todos los tratamientos de fertilización foliar, en el tratamiento testigo, como era de esperarse, no se observó un desarrollo favorable ya que se contabilizaron menos tallos debido a su lento crecimiento.

Del análisis estadístico (anexo 3) se desprende que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, incluyendo el testigo, lo cual se confirma al

observar la gráfica 3, en la que se indica que los mejores tratamientos fueron el 4 y 5.

Como se mencionó anteriormente esto probablemente se debió a que en las mezclas de dichos tratamientos se añaden compuestos orgánicos, cuyas sustancias pueden influir en el crecimiento y desarrollo de la planta y al entrar en contacto con la planta éste puede presentar un ahorro de energía.

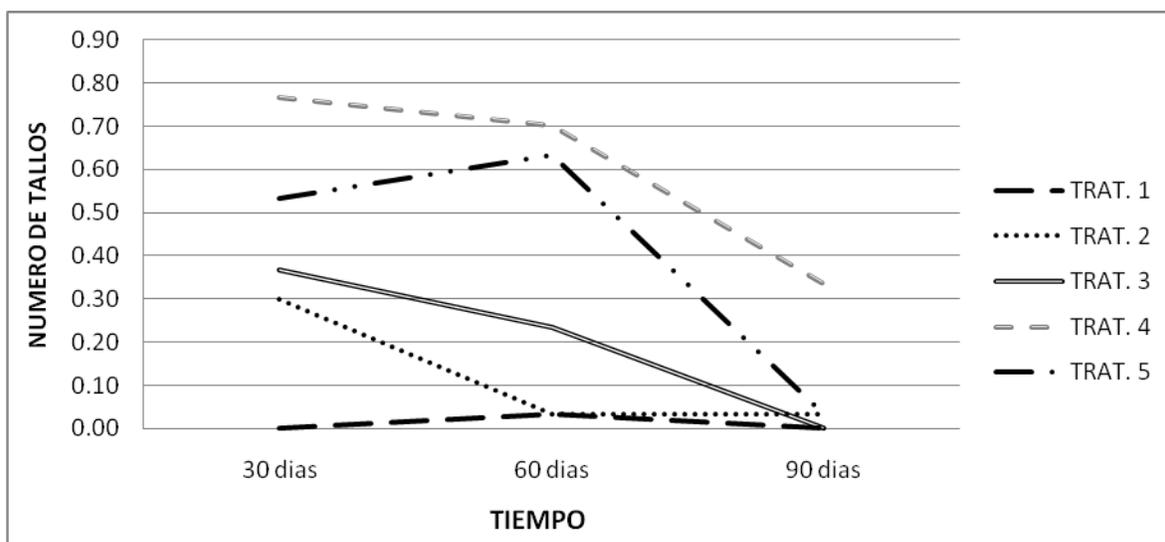
En el caso de los tratamientos 4 y 5 la cantidad máxima de tallos obtenidos por planta fue de 5 y la mínima de 2.



Gráfica 3. Incremento de número de tallos en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutritivas foliares.

De la misma manera que para el crecimiento en altura, los mejores tratamientos fueron el 4 y 5 ya que respecto del desarrollo de tallos éste es muy similar, observándose también que en el testigo y los tratamientos 1 y 2 el crecimiento se detiene antes.

Como se indica en la gráfica 4, el testigo y los tratamientos 2 y 3 desarrollaron el mismo número de tallos por lo que se establece que las mezclas aplicadas no influyeron de manera importante entre ambos.

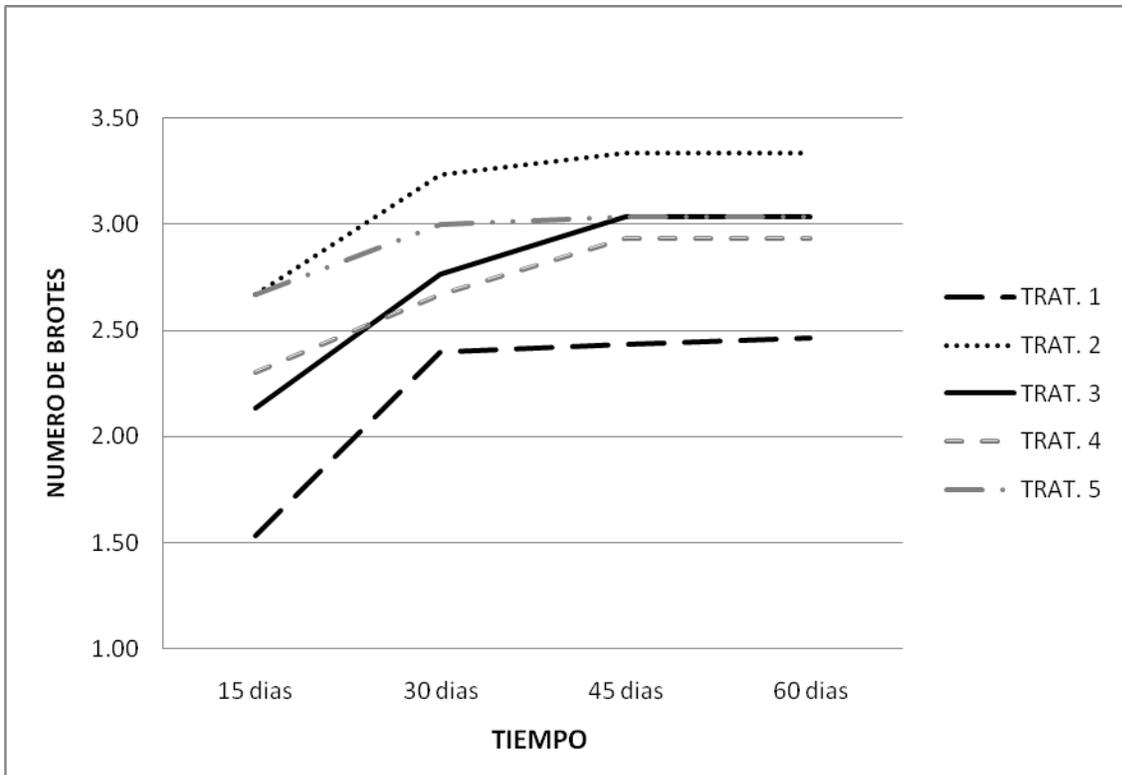


Gráfica 4. Velocidad de crecimiento en número de tallos en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

Por lo anterior se establece que los fertilizantes de las mezclas en los tratamientos 4 y 5 promueven un mayor número de tallos en las plantas de nochebuena favoreciendo su desarrollo.

### 5.3 Número de brotes por planta.

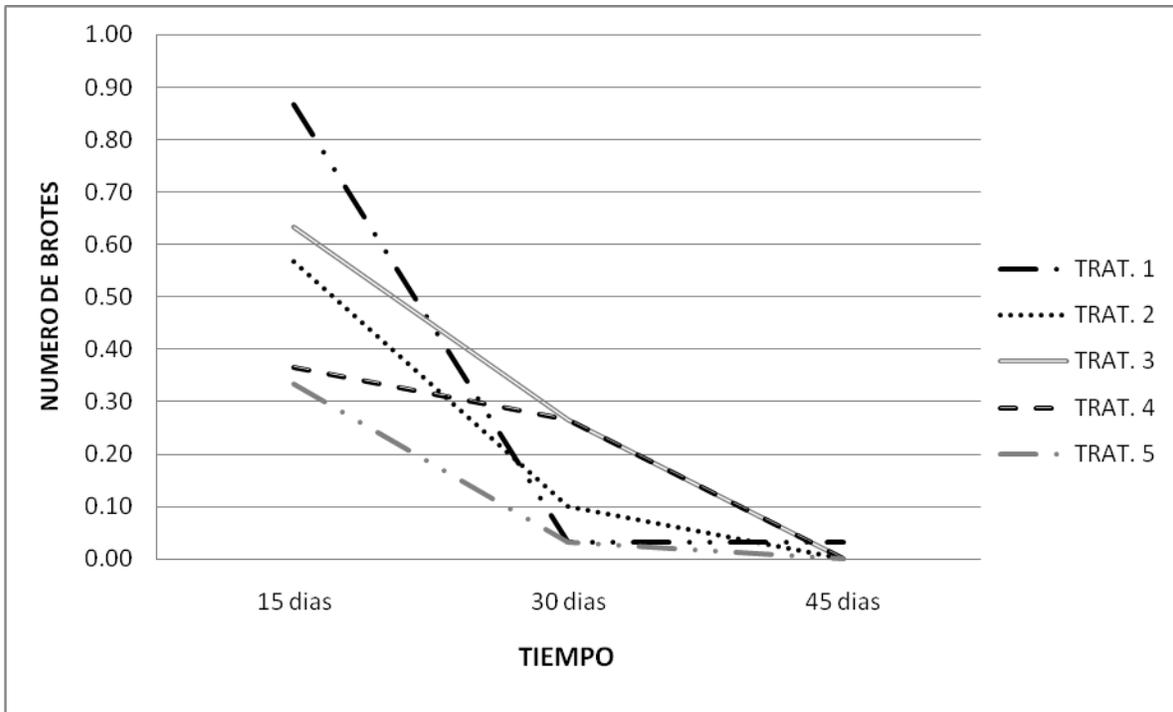
Del análisis estadístico (anexo 4) se desprende que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, los tratamientos 2 y 5 sobresalen ligeramente de los demás lo que indica que las mezclas de fertilización aplicados a las plantas tuvieron el mismo impacto en el desarrollo de las mismas. Cabe destacar que las mezclas 2, 3, y 4 contienen sustancias húmicas, aunque no en la misma concentración, lo que conduce a que la respuesta sea distinta, como se observa en la gráfica 5.



Gráfica 5. Incremento del número de brotes de Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

En la misma gráfica 5 se muestra el comportamiento que tuvieron las plantas de los tratamientos 2 y 5; en ella se observa un ligero incremento en el número de brotes, disminuyendo en los tratamientos 3 y 4, en los cuales el comportamiento fue similar al testigo, a pesar de que el rango de brotes del tratamiento 5 es más amplio éste no resultó significativo con respecto a los demás.

En la gráfica 6 se observa que las plantas de los tratamientos 2 a 5 tienden a mantener el mismo patrón de crecimiento pues comienza la floración, por ello la planta concentra sus nutrientes en el desarrollo de las brácteas. Hay que mencionar que la mayor cantidad de brotes fue de 6 como máximo y la mínima de 1.



Gráfica 6. Velocidad de crecimiento del número de brotes de Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

#### 5.4 Número de brácteas pigmentadas.

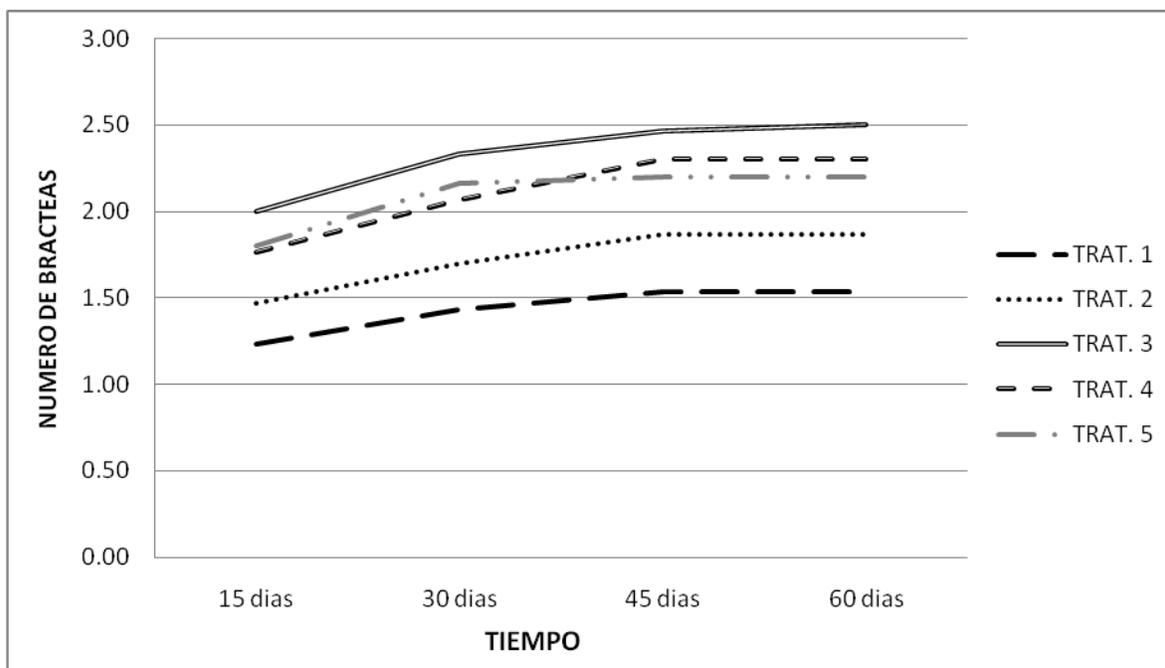
Las brácteas pigmentadas es el atractivo principal de estas plantas por lo que entre más rojas y atractivas resulten las plantas tienen oportunidades de competir en el mercado, por lo que es muy importante obtenerlas y ello depende del número de brotes que se desarrollen en la planta. Cabe mencionar que en este parámetro sólo se evaluaron la cantidad de brácteas no el tamaño

Al realizar el análisis estadístico (anexo 5) éste muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

En la gráfica 7 se observa que las plantas del testigo fueron las que desarrollaron menos brácteas, casi igualándose con las del tratamiento 2, lo cual demuestra que la combinación de los elementos del fertilizante foliar de este tratamiento, que

eran solo minerales, no fueron adecuados para que la planta desarrollara un mayor número de brácteas.

En la misma gráfica 7, se observa que en los tratamientos 3 y 4 y 5 hubo un ligero incremento en el número de brácteas con respecto a los otros tratamientos cuyo desarrollo se estabilizó una vez que inició la pigmentación de las mismas.



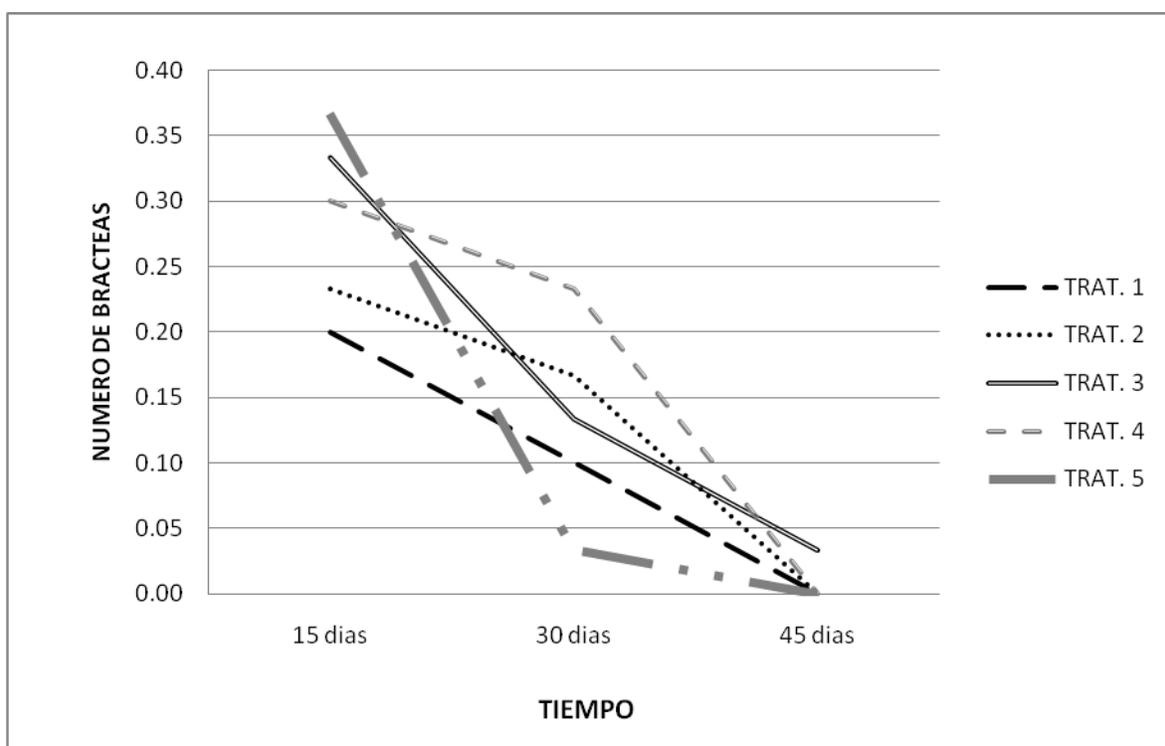
Gráfica 7. Incremento de número de brácteas pigmentadas en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

En la misma gráfica se observa que con la mezcla del tratamiento 3 las plantas respondieron casi de la misma manera que las de los tratamientos 4 y 5, debido a que las mezclas contenían los elementos esenciales así como sustancias húmicas como se indica en la tabla 9, induciendo éstos una respuesta mas favorable en las plantas quienes desarrollaron un mayor número brácteas.

Por otra parte las plantas a las que se les aplicaron las mezclas de los tratamientos 4 y 5 respondieron como en el tratamiento 3, debido a que estas cuentan con ingredientes orgánicos, extractos de algas así como levaduras que se incorporan a la planta y con ello se obtiene un buen crecimiento porque realizan

una activación del metabolismo de la planta para lograr una eficiente utilización de los elementos nutricionales y por consecuencia lograr un efecto positivo en las plantas.

En la gráfica 8, se observa cómo el tratamiento 4 sobrepasa a los demás, siendo el comportamiento en los tratamientos 2 y 3 muy similar entre sí, mientras que en el 5 se observa un comportamiento muy acelerado antes de la estabilización en el desarrollo de las brácteas. En este parámetro el máximo de brácteas fue de 4.



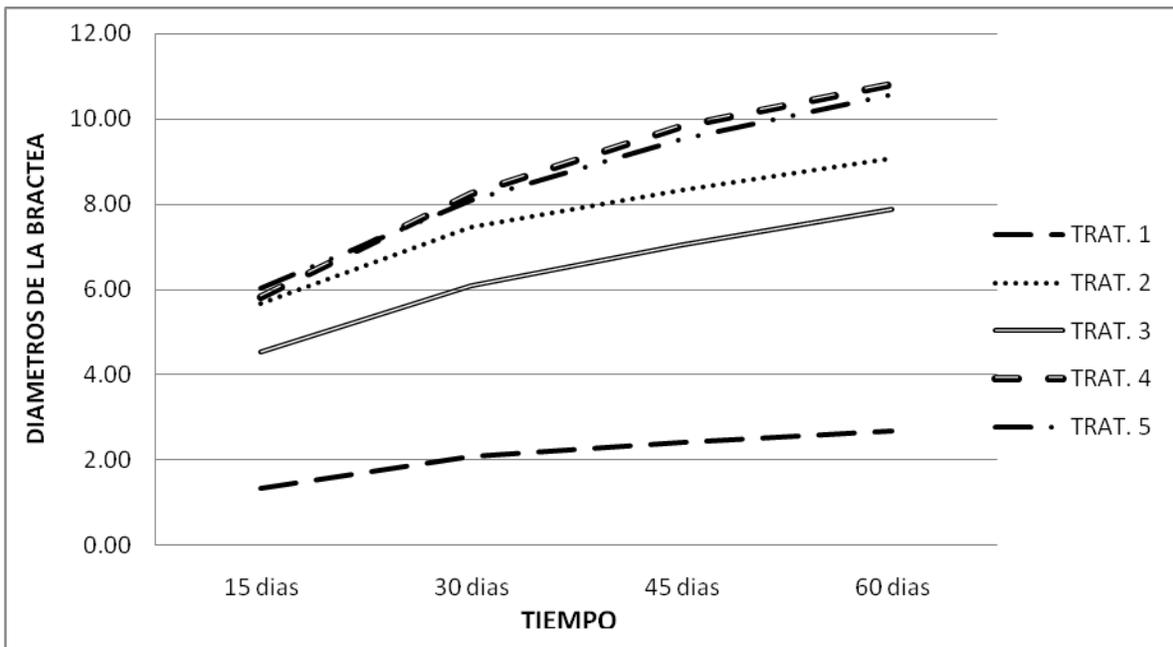
Gráfica 8. Velocidad de crecimiento en número de brácteas en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

### 5.5 Diámetro del conjunto de hojas florales o brácteas.

El diámetro del conjunto de hojas florales de la nochebuena, es de suma importancia para que las plantas puedan competir en el mercado, si éstas no reúnen una buena apariencia su venta será mínima. Del análisis estadístico (ver anexo 6) se desprende que existe diferencia significativa entre los tratamientos y

el testigo; en el tratamiento 2 en el que la mezcla contenía elementos nutricionales por separado el crecimiento de la flor superó al del tratamiento 3 pero su crecimiento fue limitado como lo explica Pérez en 2005, quien observó este mismo patrón en sus plantas.

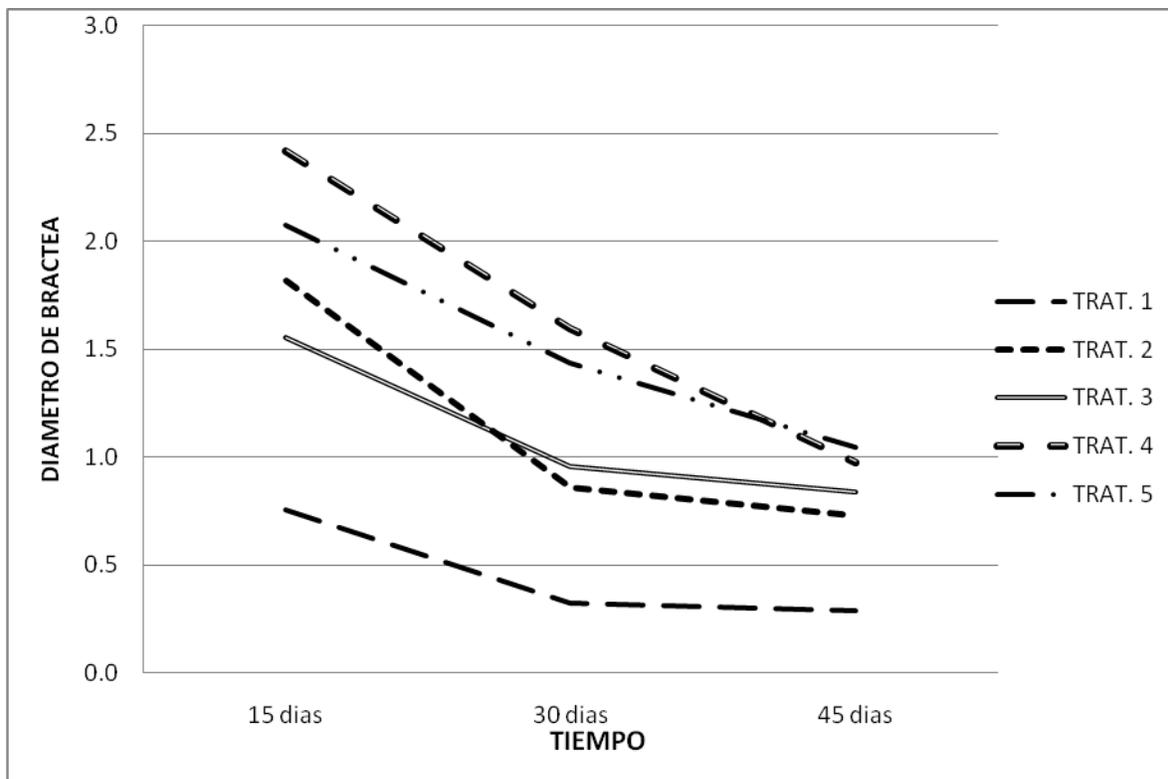
Como se observa en la gráfica 9, en el tratamiento 3 se alcanzó un promedio final que apenas supera los 8 cm en el diámetro; sin embargo, los tratamientos en que se obtuvo la mejor respuesta fueron el 4 y el 5, ya que estas mezclas de fertilizantes, además de contener los elementos esenciales, también contienen sustancias orgánicas que benefician a la planta lo que originó que éstas tuvieran un mejor crecimiento y por lo tanto un mejor desarrollo en comparación con los demás tratamientos, como lo demuestra Pineda en 2008 al obtener mayor diámetro del conjunto de brácteas.



Gráfica 9. Incremento en diámetro de brácteas en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutricionales foliares.

Al observar la gráfica 10, se puede apreciar cómo en dichos tratamientos (4 y 5) se mantiene constante el crecimiento en diámetro de la hojas florales, superando

por mucho a los demás tratamientos; esto indica que el desarrollo de las plantas, desde el pinchado hasta la floración, fue constante.



Gráfica 10. Velocidad de crecimiento en diámetro de brácteas en Nochebuena, tratada con diferentes fuentes nutrimentales foliares.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para todos los parámetros evaluados, el testigo, en el que no se aplicó fertilizante vía foliar, fue en el que se presentó el menor desarrollo.
2. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos 4 y 5 al obtener una mejor calidad de planta, con mayor altura, mayor diámetro y número de brácteas, con un ligero incremento de brotes y tallos, aunque el análisis estadístico indica que la diferencia no es significativa.
3. En el caso del tratamiento 2, cuya mezcla es la recomendada, no se obtuvieron buenos resultados, con respecto a las otras mezclas aplicadas.
4. Desde el punto de vista económico, la utilización de productos orgánicos en plantas de nochebuena no es recomendable cuando se obtiene sólo un ligero incremento en la calidad de las mismas.

## VII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda probar con las mezclas utilizadas en los tratamientos 4 y 5 haciendo una sola mezcla y cambiando las dosis quedando de la siguiente manera:

- PHC HEALTHY STAR 4 g
- Nutriplant plus 3 g
- Folim 2 g
- Megatón 2 g

Se aplica en mayor cantidad PHC HEALTHY STAR debido a que ésta contiene una mejor composición nutrimental, seguida de Nutriplant plus. En igual proporción aplicar Folim y Megatón para regular el crecimiento.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ansorena, M. J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Primera edición Ediciones Mundi-prensa. Barcelona, España. 172 p.
2. Barrios, F. D. 2005. Consejo Estatal de productores de plantas ornamentales en Puebla. Puebla, México. 63 p.
3. Bernard, O. 1979. Estadística Aplicada. Edit. Limusa. México. 399-445 pp.
4. Cadahia, L. C. 1998. Fertirrigación, cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-prensa. España. 150 p.
5. Carmichael J. J. L. 1990. Manual de Nochebuena. Viveros Plantec. Morelos, México. 10- 35 pp.
6. Cooke. G.W. 1981. Fertilizantes y sus usos. Editorial continental. México.180 p.
7. Domínguez, V. A. 1989. Tratado de fertilización. Ediciones Mundi-prensa, 2da edición. Madrid, España. 148 p.
8. Ezequiel S. S. 1992. El cultivo de la nochebuena en la zona de Xochimilco, D.F. Departamento de zonas áridas. Universidad autónoma Chapingo, México. 48 p.
9. García, F.J. 1980. Fertilización agrícola. Ed. Aedios 2da. Edición. Barcelona, España. 120 p.
10. Gil, R. J. O. 2008. Plagas y enfermedades del cultivo de la nochebuena en el Distrito Federal. Comité de sanidad vegetal del Distrito Federal, México. Folleto técnico N° 1. 29 p.
11. Grajales M. O. 2004. Fisiología vegetal. Primera edición. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, México. 75 p.
12. Hernández, C. E. 2004. Aplicación de ácidos húmicos en plantas de nochebuena var. Freedom. Universidad autónoma de Chapingo. Departamento de fitotecnia. Mex. 12 – 50 pp.

13. López, J. J. 1990. Manual de la Nochebuena. Folleto N° 12 Mor. 24 p.
14. Martínez, G. A. 1988. Diseños Experimentales. Edit. Trillas, México. 118-160 Pp.
15. Martínez, M. F. 1995. Manual Práctico de Producción de Nochebuena. Morelos, México. 85 p.
16. Martínez, S. M. 1996. Evaluación de mezclas de sustratos y sus componentes en la flor de Nochebuena (*Euphorbia Pulcherrima willd*) cv. Freedom. Chapingo, México. 106 p.
17. Molina, E. 2002. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Fuentes de fertilizantes foliares. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 142 p.
18. Montañés. G.L. 1986. Fertilizantes, normas y recomendaciones para cultivos agrícolas y hortícolas. Ed. Acribia, S.A. España. 120 p.
19. Pimentel, G. F. 1978. Curso de Estadística Experimental. Edit. Hemisferio Sur, Argentina. 47-63 Pp.
20. Rodríguez S. F. 1982. Fertilizantes, nutrición vegetal. A.G.T. editor S.A. México, D.F. 157 p.
21. Romero, C. S. 1996. Plagas y enfermedades de Ornamentales. Departamento de parasitología Agrícola Universidad Autónoma de Chapingo, Mex. 45 p.
22. Ruiz, F. A. 1996. Enraizamiento de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) en cuatro sustratos diferentes. Chapingo, México. 54 p.
23. Saborío, D. F. 2002. Bioestimulantes foliares. Universidad de Costa Rica. Centro de investigaciones agronómica, Costa Rica. 75 p.
24. Tolosa. M. C. 1998. Inducción y caracterización de deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en la planta de nochebuena. Universidad autónoma de Chapingo. Departamento de suelos. Mex. 85 p.
25. Trejo, T. E. 1997. Principios Técnicos para el establecimiento de un Vivero Ornamental Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Mex. 102 p.

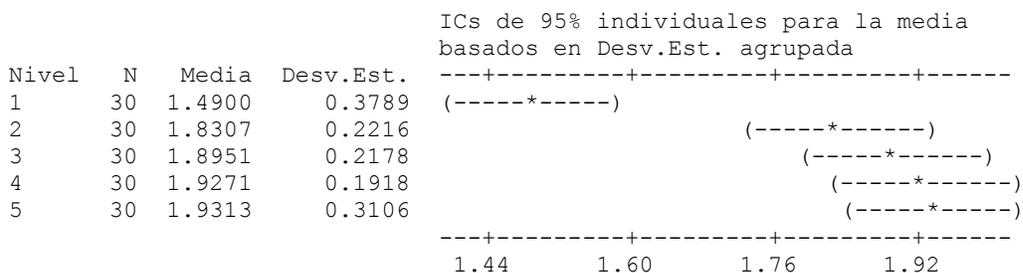
26. Villegas, R. M. 1998. Determinación del número de noches largas necesarias para inducir la floración y pigmentación de brácteas en el cultivo de la Nochebuena (*Euphorbia Pulcherrima willd*). Chapingo, México. 94 p.
27. Pineda P. J, González C. A. M, Cárdenas M. J. A, León C. M. T, Aguilar V. L. A. García V. A. 2006 Efluentes y sustratos en el desarrollo de nochebuena. Departamento de fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
28. Pérez L.A, Carrillo S. J. A, Colinas L. M. T y Sandoval V. M. 2005. Regulación del crecimiento de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Will ex. Klotzsch) con Etefón. Colegio de postgraduados, UNAM. Texcoco, México.
29. Ayala, A. J, Castillo, G. A, Valdez, A. L, Colinas, L. M, Pineda, J. P, Avitia, G. E. 2008. Efecto del calcio, boro, molibdeno en el crecimiento de la planta y pigmentación de brácteas de nochebuena. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.

# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis estadístico para la altura de planta.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTO	4	4.1521	1.0380	13.90	0.000
Error	145	10.8260	0.0747		
Total	149	14.9781			

S = 0.2732 R-cuad. = 27.72% R-cuad.(ajustado) = 25.73%



Desv.Est. agrupada = 0.2732

Comparación de Dunnett con un control

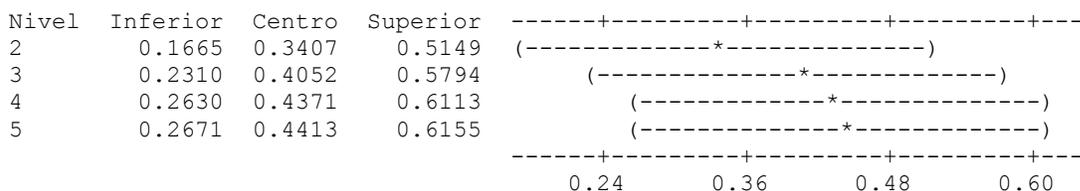
Nivel de significancia de la familia = 0.05

Nivel de significancia individual = 0.0147

Valor crítico = 2.47

Control = nivel (1) de TRATAMIENTO

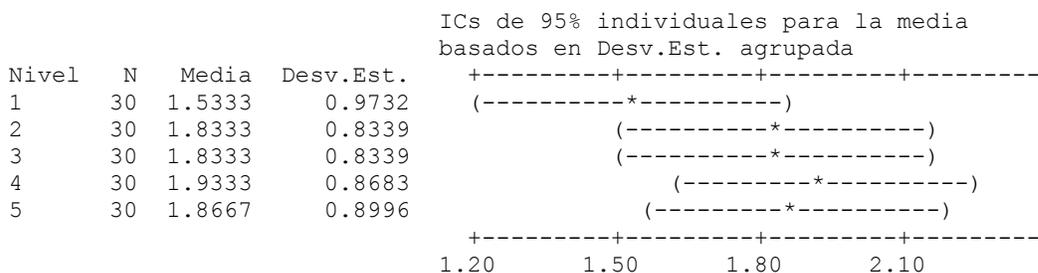
Intervalos para media de tratamientos menos media de control



## Anexo 2. Análisis estadístico para el número de tallos secundarios.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTO	4	2.867	0.717	0.92	0.455
Error	145	113.133	0.780		
Total	149	116.000			

S = 0.8833 R-cuad. = 2.47% R-cuad.(ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 0.8833

Comparación de Dunnett con un control

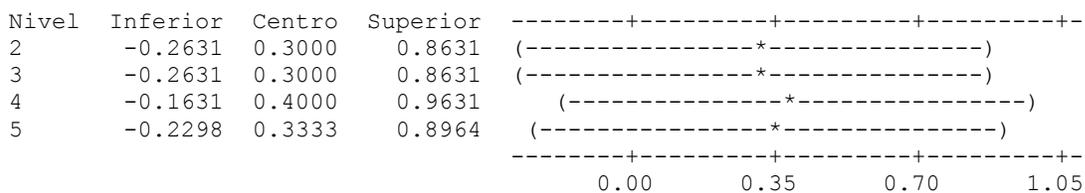
Nivel de significancia de la familia = 0.05

Nivel de significancia individual = 0.0147

Valor crítico = 2.47

Control = nivel (1) de TRATAMIENTO

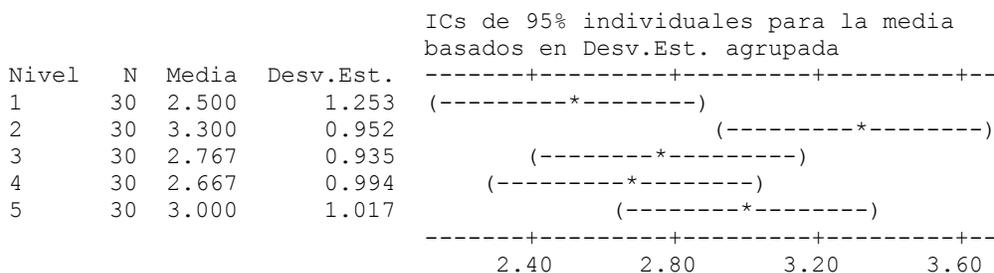
Intervalos para media de tratamientos menos media de control



### Anexo 3. Análisis estadístico del número de brotes por planta.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTO	4	11.64	2.91	2.71	0.033
Error	145	155.83	1.07		
Total	149	167.47			

S = 1.037 R-cuad. = 6.95% R-cuad.(ajustado) = 4.38%



Desv.Est. agrupada = 1.037

Comparación de Dunnett con un control

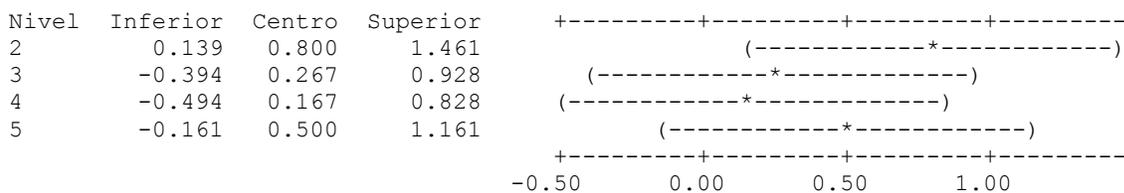
Nivel de significancia de la familia = 0.05

Nivel de significancia individual = 0.0147

Valor crítico = 2.47

Control = nivel (1) de TRATAMIENTO

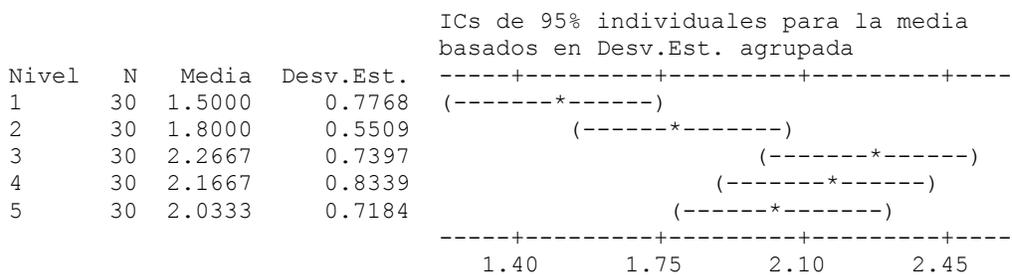
Intervalos para media de tratamientos menos media de control



## Anexo 4. Análisis estadístico del número de brácteas pigmentadas.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTO	4	11.373	2.843	5.33	0.000
Error	145	77.300	0.533		
Total	149	88.673			

S = 0.7301 R-cuad. = 12.83% R-cuad.(ajustado) = 10.42%



Desv.Est. agrupada = 0.7301

Comparación de Dunnett con un control

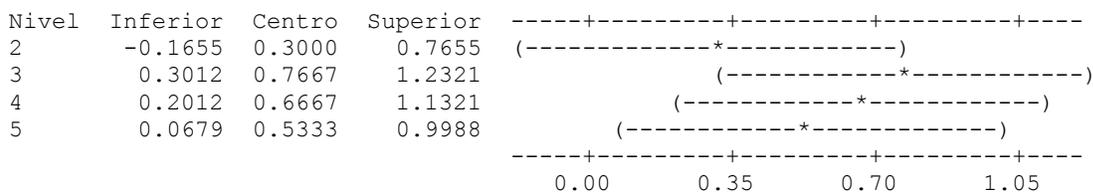
Nivel de significancia de la familia = 0.05

Nivel de significancia individual = 0.0147

Valor crítico = 2.47

Control = nivel (1) de TRATAMIENTO

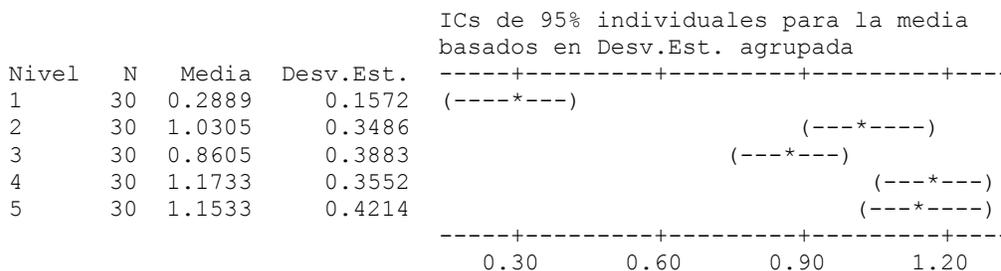
Intervalos para media de tratamientos menos media de control



## Anexo 5. Análisis estadístico para el diámetro promedio de las brácteas.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTO	4	15.927	3.982	33.14	0.000
Error	145	17.421	0.120		
Total	149	33.348			

S = 0.3466 R-cuad. = 47.76% R-cuad.(ajustado) = 46.32%



Desv.Est. agrupada = 0.3466

Comparación de Dunnett con un control

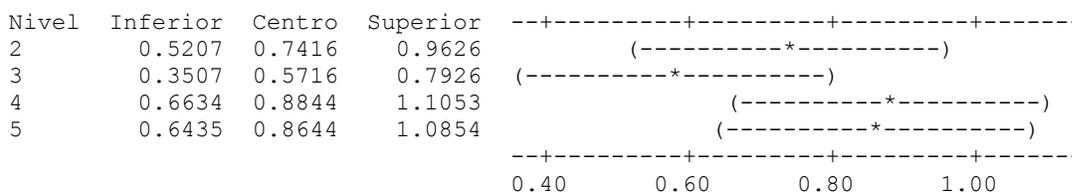
Nivel de significancia de la familia = 0.05

Nivel de significancia individual = 0.0147

Valor crítico = 2.47

Control = nivel (1) de TRATAMIENTO

Intervalos para media de tratamientos menos media de control



## Anexo 6. Ficha técnica de PHC Healthy Start 12-16-12.

Biofertilizante foliar y/o fertirrigación para frutales, hortalizas, granos básicos, cereales, coníferas, flores y plantas en general.

PHC® Healthy Start® 12-16-12 es un Biofertilizante soluble en agua, formulado para mejorar la salud nutricional, color, vigor de maíz, trigo, vegetales, frutas, coníferas y plantas tropicales. Contiene una alta calidad de combinación de elementos solubles con extractos de levaduras, maltodextrina, Biofertilizante orgánicos y bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y promotores del crecimiento, derivadas de Citocininas del extracto de algas marinas.

Otra de las cualidades de PHC® Healthy Start® 12-16-12, es que contiene Aminoácidos y Vitaminas derivadas de ingredientes orgánicos como el extracto de algas marinas, los azúcares y los extractos de levaduras.

PHC® Healthy Start® 12-16-12 no contiene clorados que puedan aumentar la salinidad e inhibir la actividad microbiana benéfica para el suelo. Los niveles nutricionales del fósforo contenidos en PHC® Healthy Start® 12-16-12 son moderados y aseguran la compatibilidad con los hongos micorrízicos.

Análisis nutricional de PHC® Healthy Start® 12-16-12.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>% por peso</b>
Nitrógeno total (N)	12.0
Nitrógeno amoniacal	3.1
Urea	5.6
Nitrato	3.3
Ácido fosfórico disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	16.0
Óxido de potasio soluble (K <sub>2</sub> O)	12.0
Hierro (Fe)	0.15
Manganeso (Mn)	0.05
Zinc (Zn)	0.05
Cobre (Cu)	0.05

Contenido bioestimulante del fertilizante:

<b>INGREDIENTES</b>	<b>% de peso</b>
Ácidos húmicos	1.6
Extractos de algas marinas ( <i>Ascophylum nodosum</i> )	1.7
Maltodextrina	28
Extractos de levaduras	0.3

Bacterias benéficas contenidas en el producto:

<b>INGREDIENTES</b>	<b>UFC / kg</b>
<i>Bacillus licheniformis</i>	$1.65 \times 10^8$ ufc / kg
<i>Bacillus megaterium</i>	$1.65 \times 10^8$ ufc / kg
<i>Bacillus polymyxa</i>	$1.65 \times 10^8$ ufc / kg
<i>Bacillus subtilis</i>	$1.65 \times 10^8$ ufc / kg
<i>Bacillus thuringiensis</i>	$1.65 \times 10^8$ ufc / kg
<i>Paenibacillus azotofixans</i>	$1.65 \times 10^8$ ufc / kg

## Anexo 7. Ficha técnica de Nutriplant Plus.

Nutriplant plus es un fertilizante foliar completo perfectamente balanceado que contiene todos los elementos mayores, secundarios y menores en forma de quelatos, además de vitaminas, fitohormonas, agentes de penetración y ácido húmico, necesarios para aumentar el rendimiento y calidad de su producción. La quelatación de los elementos menores permite que éstos sean asimilados y utilizados por la planta de forma rápida y no sean bloqueados por elementos que estén en mayor concentración. El complejo hormonal permite una activación del metabolismo de la planta para lograr una eficiente utilización de los elementos nutricionales y por consecuencia lograr un efecto positivo en las plantas.

Elementos presentes del fertilizante:

Ingrediente activo	Nitrógeno (N), Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), Potasio (K <sub>2</sub> O), Fierro (Fe), Zinc (Zn), Boro (B), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Azufre (S), Manganeso (Mn), Cobalto (Co), Molibdeno (Mo), vitaminas, aminoácidos y ácidos húmicos.
Nombre químico	Nutrientes minerales
Grupo químico	Macro y microelementos, vitaminas aminoácidos y ácidos húmicos.
Concentración y formulación	<p>Porcentaje en peso / volumen:</p> <p>Nitrógeno (N) 11,0  Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 8,0  Potasio (K<sub>2</sub>O) 6,0  Fierro (Fe) 1,0  Zinc (Zn) 1,0  Boro (B) 0,04  Calcio (Ca) 0,025  Magnesio (Mg) 0,025  Cobre (Cu) 0,04  Azufre (S) 0,23  Manganeso (Mn) 0,04  Cobalto (Co) 0,002  Molibdeno (Mo) 0,005  Vitaminas y aminoácidos 0,29  Ácidos Húmicos 0,81  Suspensión homogénea.</p>
Modo de acción	Sistémico.

## **Anexo 8. Ficha técnica de FOLIM 20-30-10.**

Folim 20-30-10 es un fertilizante foliar sólido que contiene los elementos esenciales así como los secundarios, estos están cuantificados en base al contenido total del producto, los cuales se enlistan a continuación:

- Nitrógeno total (N) 20%
- Como  $\text{NH}_4$  10%
- Como urea 10%
- Fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 30%
- Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 10%

Y en menor proporción están los elementos menores los cuales están representados en ppm por tratarse de micronutrientes y solo presentan el 5% total

- Hierro (elemento) 1363 ppm.
- Manganeso (elemento) 696 ppm.
- Zinc (elemento) 971.2 ppm
- Cobre (elemento) 691.2 ppm
- Molibdeno (elemento) 14.2 ppm
- Boro (elemento) 356.8 ppm
- Azufre (elemento) 2.000 ppm

## **Anexo 9. Ficha técnica del Megatón.**

Megatón es un nutriente foliar que está constituido por lo siguiente:

Calcio 42% + magnesio 20% + (N 15% y K 10%)

Ingrediente activo.

- Calcio 42%
- Magnesio 20%

Ingrediente inerte 5%

Los ingredientes activos son el calcio y el magnesio por lo que se describe un poco las funciones que desarrollan en la planta.

### **Magnesio**

El magnesio disponible es un cofactor para un gran número de coenzimas incluyendo la transfosforilasas, deshidrogenasa y la carboxilasa, ayuda en la formación de azúcares y grasas. Se encuentra principalmente en las partes crecientes de las plantas y las semillas. El magnesio está ligado a la multiplicación celular dándole a la planta una mejor división celular y un mejor aprovechamiento de los nutrientes restantes, además del componente central de la molécula de clorofila que da el color verde a las plantas y juega un papel clave en la regulación del pH celular y el balance cationes-aniones.

### **Calcio.**

El calcio disponible refuerza el metabolismo de las plantas y participa en el transporte de los carbohidratos y acelera la desintegración de las proteínas acumuladas en las semillas, favorecen su germinación participa en la elongación y división celular y en la estructura y permeabilidad de la membrana celular. El calcio nos ofrece una acción fungicida ya que las sales orgánicas de aluminio entran a formar parte del mismo, fortaleciendo las paredes celulares de la raíz y aminorando o corrigiendo los problemas ocasionados por hongos de la raíz del genero Pythium.

## **Anexo 10. Ficha técnica del nitrato de potasio.**

El nitrato de potasio es utilizado por separado para ciertas especies ornamentales y otras plantas en general. Su obtención es a partir del ácido nítrico y del potasio ( $K_2O$ )

Contenido:

Su riqueza en nitrógeno total es del 13% y su contenido de potasio es elevado, alcanzando el 44 y 45%. Es considerado un fertilizante complejo binario, pues posee dos macroelementos, N y K en diferente proporción.

El análisis químico es el siguiente:

Nitrógeno..... 130 g/kg

Potasio..... 460 g/kg

Las propiedades físico químicas que presenta son las siguientes.

- Solubilidad en agua (g/100 ml a 20°C) 31.6%
- pH en solución al 10 % es de 7.5 - 8.5

Se presenta en un color blanco en forma de cristales, aunque también puede venir granulado o en polvo, con una densidad real de 1.92 ésta es perfectamente soluble en agua, a una temperatura de 0° C, 100 litros de agua se disuelven 13.3 kg de nitrato potásico y a 20°C, 31.6 kg.

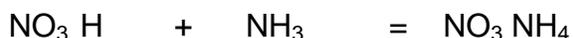
Es poco higroscópico pues a diferentes temperaturas ésta cambia por ejemplo, a 20°C, de 7.7; a 30°C, de 9.5 y a 40°C de 12.1.

Tiene una reacción ligeramente alcalina

## Anexo 11. Ficha técnica del nitrato de amonio.

El nitrato de amonio se utiliza sobre todo como fertilizante por su buen contenido en nitrógeno. El nitrato es aprovechado directamente por las plantas mientras que el amonio es oxidado por los microorganismos presentes en el suelo a nitrito o nitrato y sirve de abono de más larga duración.

Su obtención es a partir del ácido nítrico y el amoníaco (obtenidos industrialmente del nitrógeno atmosférico).



El contenido de nitrógeno total oscila entre un 33.5 y 34% del peso total, En forma de abono presenta lo siguiente:

- 20.5% N (dosificación media)
- 26.5% N (Nitrato de amonio calcáreo)
- 33.5% N (dosificación alta)

### Características

Es una sal soluble en agua, superando ampliamente a los demás nitrogenados; comparando la solubilidad de distintos fertilizantes en gramos de fertilizante/litros de agua, a una temperatura de 20°C se tiene:

Sulfato de amonio.....754 grs/ lts

Nitrato de sodio..... 876 grs / lts

Urea.....1 033 grs / lts

Nitrato amónico..... 1 874 grs / lts

Se observa que la solubilidad de este fertilizante es altísima, siendo por lo tanto fuertemente higroscópico

Los problemas de atorrónamiento se solucionan empleando sustancias granuladas; industrialmente se le añaden acondicionadores o se cristales de mayor longitud que reducen el efecto higroscópico apelmazante.

En el manejo de este fertilizante debe tenerse en cuenta:

- Buenas condiciones de almacenaje.
- No exponerlo al fuego.
- No combinarlo con sustancias orgánicas.

Presenta una reacción de tipo acidificante, siendo su índice aproximadamente 60.

La sal posee un anión  $\text{NO}_3^-$  y un catión  $\text{NH}_4^+$ , indicando su gran ventaja frente a los demás abonos. El ion nitrato es de rápida asimilación y el amonio más lento; ambos suministran a la planta el nitrógeno necesario de una forma dosificada y continua.

## **Anexo 12. Ficha técnica del ácido fosfórico.**

Se obtiene por dos procesos, uno llamado "húmedo" y otro "térmico", a partir de los fosfatos naturales.

El primer método consiste en un tratamiento con ácido sulfúrico en grandes cantidades, separando el yeso del producto final. El ácido fosfórico tiene una concentración de 54% de  $P_2 O_5$ ; por su pequeño contenido residual de ácido sulfúrico tiene una reacción ácida en el suelo, siendo su índice de acidez variable de 50 a 70.

Con el sistema industrial técnico primeramente se produce fósforo elemental (P) y de allí se obtiene el ácido fosfórico (llegando este último a una concentración de 76% de  $P_2 O_5$ , la más alta conocida).

Estas dos sustancias líquidas se usan en la aplicación directa al suelo, constituyendo además las materias primas

De fórmula química  $H_3PO_4$ , ácido que constituye la fuente de compuestos de importancia industrial llamados fosfatos. A temperatura ambiente, el ácido fosfórico es una sustancia cristalina con una densidad relativa de 1,83. Tiene un punto de fusión de 42,35 °C.

### **Anexo 13. Ficha técnica del sulfato de magnesio.**

El Sulfato de Magnesio es una sal procedente de salinas naturales donde queda como residuo después de haberse evaporado el agua, por lo que contiene las particularidades que se mencionan a continuación:

- ★ Sal blanca brillante con cristales romboides, muy soluble en agua fría, sin residuos.
- ★ El Magnesio es el quinto macroelemento, en orden de importancia, para la nutrición de las plantas y factor limitante de la cosecha.
- ★ Constituye el átomo central de la molécula de clorofila, siendo por lo tanto un elemento indispensable para la realización de la fotosíntesis y la vida vegetal.
- ★ Interviene en la absorción y la migración del fósforo.
- ★ Entra en la composición de la fitina.
- ★ Interviene en la formación de lípidos.
- ★ Favorece la fijación del Nitrógeno.
- ★ Participa en la formación y acumulación de reservas de azúcares etc.
- ★ Estabiliza la estructura del ADN.

La deficiencia del Magnesio se traduce en un descenso del rendimiento potencial, en clorosis y necrosis del tejido vegetal y grandes defoliaciones.

Algo muy importante es que no se debe aplicar Sulfato de Magnesio en plena floración ya que esto puede provocar abortos prematuros de la flor.

## Anexo 14. Ficha técnica de MULTIQUEL-COM

Este producto cuenta con los siguientes elementos:

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
Azufre	11.2
Magnesio	7.0
Fierro	5.0
Zinc	3.0
Manganeso	2.0
Cobre	0.5
Boro	0.2
Molibdeno	0.002
Cobalto	0.001