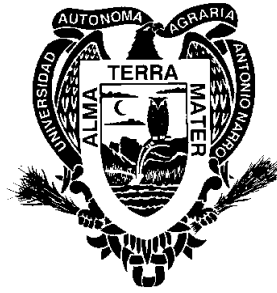


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATO Y POTASIO EN
SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA EL DESARROLLO Y CALIDAD DE
CRISANTEMO**

POR:

DEYSI ORTIZ VELAZQUEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATO Y POTASIO EN SOLUCIÓN
NUTRITIVA PARA EL DESARROLLO Y CALIDAD DE CRISANTEMO

POR:

DEYSI ORTIZ VELAZQUEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:


MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR:


Dr. PABLO PRECIADO RANGEL

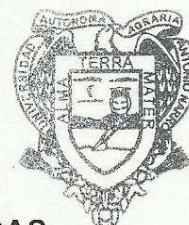
ASESOR:


M. C. LUCIO LEOS ESCOBEDO

ASESOR SUPLENTE:


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

POR

DEYSI ORTIZ VELAZQUEZ

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL JURADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL:


Dr. PABLO PRECIADO RANGEL

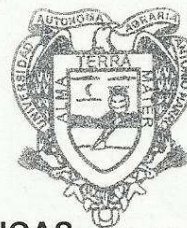
VOCAL:


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:


Dr. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la oportunidad de llegar al final de esta etapa importante de mi vida, que sin duda fue gracias a él.

A la UAAAN que me brindó las facilidades en el transcurso de este proceso.

A mis asesores de la presente investigación:

MC. Francisca Sánchez Bernal

Dr. Pablo Preciado Rangel

Ing. Lucio Leos Escobedo

ME. Víctor Martínez Cueto

Dr. Esteban Sánchez Favela

A mis compañeros de la escuela y profesores.

A Iris por la ayuda que me brindó durante la elaboración de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A ti mi Dios:

Padre, tu nos has sido refugio de generación en generación antes de que saliesen los montes y formases la tierra y el mundo, desde el siglo y hasta el siglo, tu eres Dios.

Exaltado seas sobre los cielos, oh Dios, Y sobre toda la tierra sea enaltecida tu gloria.

Gracias Padre, por tu gran misericordia, porque hasta aquí tu me has ayudado y lo que soy te lo debo a ti, porque me has dicho "Encomienda a Jehová tu camino, Y confía en él; y él hará".

Guárdame como la niña de tus ojos; escóndeme bajo la sombra de tus alas. Se para mí, roca de refugio, a donde recurra yo continuamente, porque tú eres mi todo y fuera de ti nada deseo.

Gracias por mi familia hermosa aquellas vidas que con amor y dedicación me han bendecido, que tu Santo Espíritu los guarde, porque debajo de tus alas estarán seguros. Gracias por prestarme a mi papa Herman (q. e. p. d.). Bendice a mi mamita Silvia, a mis lindas hermanas: Mayelita, Maguita, Carito, Oneyita, Elvita y Lucerito. Gracias por esas pequeñas vidas que nos has dado, mis sobrinos: Yuli, Jazmín, Bradley y Nelsito.

Gracias por mis abuelos: Joaquín, Flora y Francisca; bendícelos.

Gracias por aquellas vidas que siguen siendo parte muy importante en mi vida:

*Johana, Yaneli, Fabi, Gema, Polita, Eyma, Elva, Ángel, Ramón, Israel,
Rafael.*

*Y lo más importante Gracias por permitirme conocerte, eres la perla de gran
precio y porque me has dado el privilegio de conocer a tu Iglesia, aquel
remanente que se mantiene fiel y en Santidad, aquellas vidas que viven solo
para ti y sin duda sus oraciones fueron y son escuchadas, bendice a tu Iglesia
hasta el final Padre, y el final eres tú.*

¡Cuán preciosos me son, oh Dios, tus pensamientos!

¡Cuán grande es la suma de ellos!

Si los enumero, se multiplican más que la arena;

Despierto y aún estoy contigo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESÚMEN	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Soluciones nutritivas	4
2.1.1 Concentración iónica total.....	5
2.1.2 Relación aniones vs cationes	6
2.1.3 pH	7
2.2 Características del nitrógeno	8
2.2.1 Importancia del nitrógeno	8
2.2.2 Deficiencia del nitrógeno.....	9
2.2.3 Toxicidad del nitrógeno.....	10
2.3 Características del potasio.....	10
2.3.1 Importancia del Potasio	10
2.3.2 Deficiencia del potasio	12
2.3.3 Toxicidad del potasio	12
2.4 Relación nitrógeno-potasio	13
2.5 Perlita.....	14
2.6 Situación de las ornamentales en México.....	15

2.7 Características del crisantemo	16
2.7.1 Origen	16
2.7.2 Taxonomía y morfología	16
2.7.3 Propagación del cultivo	19
2.7.3.1 Semillas	19
2.7.3.2 Esquejes	20
2.7.4 Requerimientos climáticos	21
2.7.4.1 Luz	21
2.7.4.2 Temperatura	22
2.7.4.3 Humedad relativa	23
2.7.5 Manejo del cultivo	24
2.7.5.1 Riego	24
2.7.5.2 Entutorado	24
2.7.5.3 Pinzado	25
2.7.8 Plagas y enfermedades	25
2.7.8.1 Plagas	26
2.7.8.2 Enfermedades	28
2.7.9 Cosecha	33
2.7.9.1 Índice de cosecha	33
2.7.10 Calidad comercial del crisantemo	34
2.7.10.1 Grados de calidad en crisantemo	35
2.7.11 Poscosecha	35
2.7.11.1 Soluciones preservantes	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1 Localización del experimento	38

3.2	Material vegetativo	38
3.3	Diseño, estructura y condiciones del invernadero.....	38
3.4	Solución nutritiva.....	39
3.4.1	Preparación	40
3.5	Desarrollo experimental	42
3.5.1	Diseño experimental y tratamientos.....	42
3.5.2	Establecimiento y conducción del cultivo.....	42
3.5.2.1	Sustrato	42
3.5.2.2	Trasplante.....	43
3.5.2.3	Control de fotoperiodo	44
3.5.2.4	Despunte	44
3.5.2.5	Entutorado	45
3.5.2.6	Riego	46
3.5.2.7	Plagas y enfermedades	46
3.5.3	Etapas de desarrollo y variables de respuesta evaluadas	47
3.5.3.1	Análisis estadístico de los datos.....	51
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1	Etapas vegetativa	52
4.1.1	Longitud de tallo.....	52
4.1.2	Diámetro del tallo	54
4.2	Etapas reproductiva	57
4.2.1	Diámetro de inflorescencia	57
4.2.1.1	Diámetro polar	57
4.2.1.2	Diámetro ecuatorial	58
4.3	Poscosecha	61

4.3.1 Vida en florero	61
4.4 Otras variables evaluadas.....	63
4.4.1 Peso fresco total de biomasa aérea.....	63
4.4.2 Peso seco total de biomasa aérea.....	65
4.4.3 Peso seco de raíces	67
V. CONCLUSIONES	69
5.1 Recomendaciones	71
VI. LITERATURA CITADA.....	72

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Grados de calidad para flor de crisantemo.	35
Cuadro 2. Características varietales del material vegetativo empleado en esta investigación.....	38
Cuadro 3. Composición química de la Solución Nutritiva Universal de Steiner.....	39
Cuadro 4. Concentración de nutrimentos en la solución nutritiva usada en los diferentes tratamientos.	39
Cuadro 5. Micronutrientes aportados a la solución nutritiva.	40
Cuadro 6. Fuentes de fertilizantes empleados para elaborar soluciones nutritivas.....	41
Cuadro 7. Fuente de micronutrientes para elaborar la solución nutritiva concentrada.....	41
Cuadro 8. Análisis de agua corriente (agua de la llave) utilizada para preparar las soluciones nutritivas.	46
Cuadro 9. Control químico de plagas y enfermedades durante el ciclo Invierno- Primavera.	47
Cuadro 10. Valores promedio de longitud de tallo del cultivo de crisantemo por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva.....	52
Cuadro 11. Valores promedio de longitud de tallo del cultivo de crisantemo por efecto de la concentración de K^+ en la solución nutritiva.....	53
Cuadro 12. Valores promedio del diámetro del tallo por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White.....	55
Cuadro 13. Valores promedio del diámetro del tallo del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de K^+ en la solución nutritiva.....	55

Cuadro 14. Valores medios para el diámetro polar de la inflorescencia por efecto de los diferentes niveles de NO_3^- en la solución nutritiva en el cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White.	57
Cuadro 15. Valores medios del diámetro polar de la inflorescencia del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de los diferentes niveles de K^+ en la solución nutritiva.	58
Cuadro 16. Valores medios del diámetro ecuatorial de la inflorescencia por efecto de los diferentes niveles de NO_3^- en la solución nutritiva en el cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White.	58
Cuadro 17. Valores medios del diámetro ecuatorial de la inflorescencia del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de K^+ en la solución nutritiva.	59
Cuadro 18. Valores medios de vida en florero, por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White.	62
Cuadro 19. Valores medios de la variable vida en florero del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de los diferentes niveles de K^+ en la solución nutritiva.	62
Cuadro 20. Valores promedio del peso fresco de biomasa aérea por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva del crisantemo variedad Indianápolis White.	64
Cuadro 21. Valores medios de la variable peso fresco total de biomasa aérea cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de los diferentes niveles de K^+ en la solución nutritiva.	64
Cuadro 22. Valores promedio del peso seco total de biomasa aérea cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva.	66
Cuadro 23. Valores promedio del peso seco total de biomasa aérea por efecto de la concentración de K^+ en la solución nutritiva del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White.	66

Cuadro 24. Valores medios del peso seco de raíces cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva.	67
Cuadro 25. Valores medios del peso seco de raíces por efecto de los diferentes niveles de K^+ en la solución nutritiva en el cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White.....	68

RESÚMEN

El crisantemo es considerado como una de las flores más populares del mundo, especialmente desde el punto de vista comercial.

En la actualidad para la obtención de la calidad de las flores de corte es indispensable un adecuado diagnóstico nutrimental, con el objeto de satisfacer la demanda del mercado cada vez más exigente.

En la presente investigación el objetivo fue “evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de nitrato y potasio del crisantemo cultivado en un sistema hidropónico”. Para ello, se aplicaron tres niveles de nitrógeno y tres de potasio (9, 12 y 15 me L⁻¹ para NO₃⁻ y (5, 7 y 9 me L⁻¹ para K⁺) evaluados en un arreglo factorial y un diseño completamente al azar.

La concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 5 me L⁻¹ de K⁺ produjeron las flores de mejor calidad comercial (diámetro de flor y longitud del tallo). La mayor vida poscosecha fue para la concentración de 9 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 7 me L⁻¹ de K⁺.

En el peso fresco total de biomasa aérea la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ fue mayor, y para el potasio lo obtuvo la concentración de 5 me L⁻¹. Respecto al peso seco de raíces el que sobresalió fue 9 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 5 me L⁻¹ para K⁺. El peso seco total de biomasa aérea estuvo representado por la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻, para el potasio el nivel más destacado fue obtenido en 5 me L⁻¹.

La interacción de los factores en estudio no mostró ninguna diferencia estadística significativa en las variables estudiadas.

Palabras clave: *Dendranthema x grandiflora*, nutrición, hidroponía, poscosecha, calidad.

I. INTRODUCCIÓN

El crisantemo es considerado como una de las flores más populares del mundo, especialmente desde el punto de vista comercial (Flores, 2005). Al respecto, en México se cultivaron en el año 2005, 2391 hectáreas de crisantemo [*Dendranthema x grandiflorum* (Ramat)], con un volumen de producción de 8, 814, 540 toneladas, teniendo como valor de producción 984.6 millones de pesos, lo que evidencia la alta productividad de esta especie ornamental. Las especies con mayor importancia son las flores de corte que destacan por su valor de producción e importancia socioeconómica que tienen en la región donde se producen. El crisantemo es la flor de corte con mayor aportación al valor producido, obtuvo una tasa de crecimiento de 55 % en el periodo 1996-2005 (Chalate, *et al.*, 2008).

Para la obtención de la calidad de las flores de corte es indispensable un adecuado manejo de la nutrición, con el objeto de satisfacer la demanda del mercado cada vez más exigente orientado a la competitividad, entre los cuales es relevante el oportuno diagnóstico nutrimental para acoplar la demanda vegetal al programa de mejor del suelo, fertilización, riego y manejo (Zamudio, 2008).

Miranda y Hernández (1999), mencionan que los crisantemos son muy exigentes en nutrientes y especialmente, en nitrógeno y potasio. Durante los dos primeros meses de crecimiento, es muy importante mantener niveles altos de nitrógeno para obtener flores y plantas de calidad, ya que si durante este periodo se produce una deficiencia moderada, de este nutriente, no se logra recuperar la calidad de la flor que se haya perdido, incluso con aplicaciones posteriores de nitrógeno.

En el sistema de las soluciones nutritivas, las plantas pueden desarrollarse en agua o sustratos con baja o nula actividad química, de tal forma que la nutrición se puede controlar adecuadamente por medio de una solución nutritiva, modificando así las características físico-químicas, que son muy importantes en el crecimiento y rendimiento de las plantas. En este sentido las características de la solución nutritiva que más influyen son: la relación mutua de cationes (K^+ , Ca^{2+} ,

Mg²⁺), y la relación mutua de aniones (NO₃⁻, H₂PO₄⁻, SO₄²⁻), además de la concentración iónica total (Potencial Osmótico) y el pH (Steiner, 1961).

Con base en los criterios establecidos por Steiner (1984), para la modificación de las relaciones mutuas entre aniones y cationes, hay que considerar la relación porcentual de cualquier ion, las relaciones mutuas entre aniones y cationes y la concentración iónica total.

Las mayores ventajas del cultivo sin suelo frente al tradicional se muestran al obtener una mayor eficiencia en la regularización de la nutrición, una utilización más eficiente del agua y fertilizantes, un bajo costo de desinfección del medio, así como una mayor densidad de plantación que nos conduce a un incremento de cosecha (Resh, 2001).

El cultivo de crisantemo en la comarca lagunera ha sido de investigación muy limitada, debido a que las condiciones tanto ambientales como costos de producción no han sido favorables durante las distintas épocas del año, sin embargo, pequeños productores realizan escasas producciones para fechas importantes (día de muertos) con el propósito de satisfacer parte de la demanda local. Por todo lo anterior y con la finalidad de aportar una alternativa que coadyuve en el incremento de la productividad del cultivo de crisantemo, se realizó el siguiente trabajo de investigación.

1.1 Objetivos

Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de nitrato y potasio en la solución nutritiva sobre la productividad y calidad del cultivo de crisantemo.

1.2 Hipótesis

El incremento en la concentración de 12 me L^{-1} de NO_3^- y 7 me L^{-1} de K^+ en la solución nutritiva mejora las características de calidad durante la producción y poscosecha del crisantemo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Soluciones nutritivas

El cultivo en solución nutritiva recibe también los nombres de “cultivo en agua”, “Aquacultura”, “quimicultura” y “nutricultura”. Actualmente se considera como el establecimiento de cultivo sin suelo (Sánchez, 1978).

Miranda y Hernández (1999), señalan con respecto a la solución nutritiva como sistema de producción, en el cual las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos disueltos en agua y en el que se sustituye el suelo por un sustrato (mineral u orgánico) inerte o por la propia solución nutritiva. Agregan que: “No existe una solución nutritiva ideal”, ya que ésta depende de muchos factores que no pueden ser controlados en su totalidad, y para la selección de los fertilizantes pone en consideración los siguientes factores: la proporción relativa de iones por añadir, la solubilidad del fertilizante, el medio de cultivo a usar, la disponibilidad en el mercado, entre otros y sugieren que los productos a usar sean de alta solubilidad.

Asimismo, estos autores, definen algunas variables a considerar para una preparación adecuada de las soluciones nutritivas:

- a) Especie y variedad de la planta.
- b) Estado y desarrollo de la planta.
- c) Parte de la planta que interesa (fruto, flor, follaje, tallo, raíz).
- d) Estación del año (por el fotoperiodo).
- e) Clima (principalmente temperatura, intensidad lumínica, y hora).

Steiner (1961), hace referencia a que una solución nutritiva verdadera, es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente y que cumple con los siguientes requisitos:

- 1) Una relación mutua de aniones.
- 2) Una relación mutua de cationes.
- 3) Una concentración iónica total.
- 4) Un pH con tolerancia de ± 0.1 .

2.1.1 Concentración iónica total

La cantidad total de los iones de las sales disueltas en la solución nutritiva ejerce una fuerza llamada presión osmótica (PO); en la medida que aumenta la cantidad de iones se incrementa esta presión. La presión osmótica es una propiedad físico-química de las soluciones la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos. En la medida que la presión osmótica es mayor, las plantas deben invertir más energía para absorber el agua y los nutrimentos, por lo cual la presión osmótica no debe elevarse (Favela, 2006).

Steiner (1968) señaló, respecto a la concentración de un ion, que el problema más importante es la relación que tiene respecto a los otros dos iones de su misma carga eléctrica; una inadecuada relación entre los iones puede disminuir el rendimiento.

Según Steiner (1984), los límites de presión osmótica son flexibles, por tanto, en una concentración iónica total más baja los límites para Ca^{+2} y SO_4^{-2} , llegan a ser más altos. En caso contrario, cuando se tiene una concentración iónica total más alta los límites superiores para ambos iones llegan a ser más bajos. Lo mismo es válido para los límites superiores de precipitación de CaHPO_4 considerando la concentración iónica total, pero en este caso existe una enorme influencia del pH.

Los límites fisiológicos, son los porcentajes mínimos y máximos en que pueden presentarse los iones en la solución nutritiva, para que la planta pueda absorberlos de acuerdo a su relación mutua específica. Si se rebasan estos

límites, la planta pudiese no tener los iones disponibles para absorberlos de acuerdo a su requerimiento específico, resultando una nutrición desbalanceada que puede causar fitotoxicidad. La dirección de selección de iones por la planta no está influenciada por la intensidad lumínica o temperatura ambiental; por tanto, puede usarse la misma relación mutua de iones durante las épocas de verano e invierno, variando únicamente la concentración iónica total (Steiner, 1984).

2.1.2 Relación aniones vs cationes

La relación mutua de aniones y cationes se basa en que la solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes, los cuales corresponden a los iones: aniones (NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-}) y cationes (K^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2}), además la relación no solo consiste en la cantidad absoluta de cada ión presente en la solución, sino en la relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que de existir una relación inadecuada entre ellos, puede disminuir el rendimiento (Steiner, 1968).

A partir de la importancia que el potasio tiene en la etapa de producción de los frutos para favorecer su calidad, en ocasiones se genera desbalances entre potasio, calcio y magnesio, al suministrar en la solución nutritiva cantidades de potasio que superan 45 % de los cationes, lo cual provoca deficiencias de magnesio y principalmente calcio (Favela, 2006).

Los cationes de mayor importancia son el calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+), amonio (NH_4^+), sodio (Na^+) e hidrógeno (H^+). Los primeros cuatro cationes son nutrientes para las plantas y de mucha importancia para el crecimiento vegetal y los dos últimos tienen un efecto muy marcado sobre las características físicas y químicas del suelo (Guzmán, 2004).

La relación mutua entre los cationes contenidos en la planta es dinámica en su ontogenia. El K^+ disminuye en forma proporcional a la que se incrementa el Ca^{2+} , el Mg^{2+} sufre pocos cambios (Steiner, 1973).

Los límites de precipitación indican el nivel en que un ión puede precipitar conjuntamente con otro. Un alto contenido de SO_4^- (más del 75 % del total de aniones), puede precipitar el Ca^{2+} (más del 45 % del total de cationes), puede precipitar al H_2PO_4^- como CaHPO_4 y al SO_4^{-2} como CaSO_4 (Steiner, 1984).

2.1.3 pH

El pH expresa una cifra numérica y su rango abarca desde 0 hasta 14. El valor de 7.0 es neutralidad; un valor por debajo de 7 es ácido y superior a 7.0 es alcalino (Morales *et al.*, 2005).

El valor de pH refleja el número relativo de iones hidrógeno H^+ en la solución nutritiva. A mayor número de iones hidrógeno presentes en comparación con los iones hidroxilo (OH^-), más ácida será la solución y más bajo será el valor del pH. Por otro lado, el descenso en los iones hidrógeno y un aumento en iones hidroxilo dará como resultado condiciones más alcalinas o básicas (Gil *et al.*, 2005).

Urrestarazu (2004), señala que el control del pH en la zona radical es de mucha importancia si se requiere optimizar la nutrición. Añade que existen dos razones de porque el pH aumenta en la zona radical:

1. El agua de riego puede ser alcalina (pH mayor a 7 en algunos lugares).

2. El pH en la zona radical está en constante aumento, debido a la liberación de iones bicarbonatos, los cuales se intercambian por otros iones, principalmente nitrato, cuando éstos se absorben por las raíces.

Domínguez (1978), menciona que del pH dependen:

- a) Las cantidades de elementos nutritivos que se encuentran en forma asimilable por las plantas.

- b) El desarrollo de los microorganismos.

- c) La presencia de elementos tóxicos para las plantas.

Por su parte, Urrestarazu (2004), indica que el control del pH en hidroponía puede ser afectado por dos métodos, usualmente empleados en forma combinada.

1. Neutralización del agua o disolución nutritiva. Éste se realiza con ácido mineral (HNO_3 y/o H_3PO_4).

2. Inclusión de N-NH_4 en la formulación de la solución nutritiva. Tiene como objetivo emplear la liberación de iones hidrógeno durante la conversión de NH_4 a NO_3 . Éste método también incrementa la absorción de cationes del cultivo con relación a la absorción de aniones.

2.2 Características del nitrógeno

2.2.1 Importancia del nitrógeno

Según Arnold (1985), el nitrógeno es el “motor principal” de la producción vegetal, e influye considerablemente sobre la calidad, de formas diversas. Entre éstas se encuentran:

- El contenido y valor de las proteínas.
- El contenido de otras sustancias (nitrogenadas o no).
- El contenido de sustancias con efectos negativos sobre la calidad.

Según Gros y Domínguez (1981), la planta absorbe nitrógeno hasta el final de la vegetación. Sin embargo, en la vida de una planta hay fases de crecimiento activo en el que las necesidades son imperiosas: desarrollo radicular, formación de los órganos reproductores, fecundación, etc., y toda necesidad de nitrógeno que no sea satisfecha se traducirá en una disminución del rendimiento. El objeto esencial del abono nitrogenado ha de ser el asegurar la continuidad de la nutrición nitrogenada de los cultivos.

Se encuentra en los tejidos meristemáticos, o de crecimiento, raíces finas, botones de yema y flores, hojas, flores y frutos, sin que sea posible una evolución normal de los vegetales en ausencia del nitrógeno (García y García, 1982).

El suministro del nitrógeno se relaciona con la utilización de los hidratos de carbono. Es decir, cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes, los hidratos de carbono se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las mismas. Por otro lado, cuando el nitrógeno está en cantidades adecuadas, y las condiciones son favorables para el crecimiento, se forman proteínas a partir de carbohidratos. Por tanto, se depositan menos hidratos de carbono en la parte vegetativa, se forma más protoplasma, y, a causa de que el protoplasma está altamente hidratada, las plantas resultan más suculentas (Tisdale y Nelson, 1982).

García y García (1982), señalan que en tanto que las plantas hayan de emitir y conservar partes verdes para el crecimiento vegetativo y de fructificación necesitan nitrógeno, mismas que han de absorber desde el principio del ciclo hasta el final del mismo, sin que pueda detenerse en ningún momento, cuyo ritmo cuantitativo es peculiar de las épocas críticas, germinación, crecimiento, floración, emisión de brotes y desarrollo frutal.

2.2.2 Deficiencia del nitrógeno

Urrestarazu (2004), menciona que la inhibición de la actividad cloroplástica y de la síntesis de clorofila en plantas desarrolladas en medios deficientes de nitrógeno, se traduce en una apariencia amarillo-verdosa y si la deficiencia se hace severa, gradualmente la planta se tornará más amarillenta. Finalmente se necrosa, comenzando por el ápice de las hojas, para posteriormente proseguir por los márgenes, cambiándose de color desde amarillo hasta pardo.

Cuando las raíces son incapaces de absorber cantidades suficientes de este elemento para el crecimiento requerido, los compuestos de nitrógeno de las partes más viejas de las plantas son transformados por autólisis. El nitrógeno de las

proteínas se transforma en una forma soluble, es trasladado a las regiones meristemáticas activas y empleado en la síntesis del nuevo protoplasma (Tisdale y Nelson, 1982).

El color de la flor, es más intenso que cuando se abona normalmente, sobre todo en las variedades de color rojo o bronce, aumentando al mismo tiempo su duración en agua. Las raíces pueden ser largas y poco ramificadas (Arbós, 1992).

2.2.3 Toxicidad del nitrógeno

Este elemento aplicado en exceso puede producir efectos negativos sobre la calidad del fruto, como puede ser frutos blandos, de menor riqueza en azúcares, frutos de peor conservación, pudiéndose retrasar la maduración del fruto (Urrestarazu, 2004).

Las plantas toman un color verde oscuro, con follaje abundante pero generalmente con un sistema radicular deficiente (Miranda y Hernández, 1999).

También se ocasiona un aumento de los periodos vegetativos, y como consecuencia retrasos en la floración. Asimismo se causa un aumento de la sensibilidad a las enfermedades, plagas y fenómenos atmosféricos (Arbós, 1992).

2.3 Características del potasio

2.3.1 Importancia del Potasio

Actúa como coenzima o activador de coenzimas. La síntesis de proteínas requiere altos niveles de potasio (Gil *et al.*, 2005).

Tisdale y Nelson (1982), mencionan que el potasio, a diferencia de los demás elementos no forma parte de un aporte integral de los componentes de las plantas tales como protoplasma, grasa y celulosa. A su vez, señalan que el potasio es imprescindible para las siguientes funciones fisiológicas:

1. Metabolismo de los hidratos de carbono o formación y transformación del almidón.
2. Metabolismo del nitrógeno y síntesis de proteína.
3. Control y regulación de las actividades de varios elementos minerales esenciales.
4. Neutralización de los fisiológicamente importantes ácidos orgánicos.
5. Activación de varias enzimas.
6. Promoción del crecimiento de los tejidos meristemáticos.
7. Ajustes de la apertura de estomas y relaciones con el agua, ya que el mantenimiento de la turgencia de las plantas es esencial para el correcto funcionamiento de los procesos fotosintéticos y metabólicos.

Según Louis y Frederick (1980), los niveles altos de fósforo y potasio contribuyen a evitar los crecimientos suculentos y el retraso de la maduración, inducidos, con frecuencia, por el suministro excesivo de nitrógeno.

El potasio es absorbido por las raíces vegetales en forma de catión de los compuestos potásicos de la solución del suelo después de ionizados. Por su carácter radiactivo, desprende electrones cuando recibe la luz solar, los cuales son imprescindibles para la fotosíntesis. Por ello, la escasez de potasio detiene la asimilación del carbono (García, 1982).

El potasio favorece la formación de vasos xilemáticos más grandes y distribuidos de manera más uniforme en todo el sistema radical y estimula el crecimiento de la raíz; también mejora la resistencia de los cultivos a las enfermedades (Guzmán, 2004) debido al efecto que causa sobre el crecimiento celular, ya que, aumenta el espesor de las paredes celulares, proporcionando una mayor estabilidad a los tejidos (Urrestarazu, 2004).

2.3.2 Deficiencia del potasio

En las dicotiledóneas las hojas inicialmente se vuelven cloróticas, pero pronto aparecen lesiones necróticas esparcidas por toda la superficie, siendo visibles en las hojas más viejas (Miranda y Hernández, 1999), debido a que el potasio se mueve con rapidez en el interior de la planta y tiende a ser traslocado a las áreas de crecimiento. Ésta traslocación se efectúa a lo largo de las nerviaciones, por lo tanto, la concentración del potasio tiende a ser mayor en las cercanías de esta (Thompson y Frederick, 1980).

La fotosíntesis decrece con una insuficiencia de potasio, mientras al mismo tiempo la respiración puede incrementarse. Esto reduce seriamente la formación de carbohidratos y, por consiguiente, el crecimiento de la planta. (Tisdale y Nelson, 1982), además, la deficiencia de potasio se asocia con una disminución de la resistencia de la planta a las enfermedades.

García y García (1982), señalan que las carencias del potasio no son nunca totales y se presentan en forma compleja por falta de otros elementos nutritivos, se superponen los efectos, que ofrecen una gran variedad de matices.

Se presentan primero en las hojas viejas. Clorosis en los bordes de las hojas, iniciándose en la parte inferior y que pueden alcanzar la parte superior del vegetal. El color de la flor es más claro, y disminuye su duración en agua. Se produce un mal desarrollo de las raíces (Arbós, 1992).

Por su parte Urrestarazu (2004), señala que en periodos cálidos podemos restringir el aporte de nitrógeno para evitar tener tallos demasiados pesados.

2.3.3 Toxicidad del potasio

Normalmente no existe demasiada absorción de este elemento por las plantas. El exceso de potasio puede dar lugar a una deficiencia en magnesio y posiblemente a deficiencia en manganeso, zinc o hierro (Miranda y Hernández, 1999).

Camacho *et al.* (2003), indican que en invierno es importante su efecto paralelo a la función fotosintética ya que, debido a sus propiedades isotópicas (el K natural contiene 93% de K^{39} , 7% de K^{41} y 0.1% de K^{40}), emite radiaciones β y α , cuya energía se suma a la de la luz. En caso de exceso, la planta llega a realizar consumos de lujo.

2.4 Relación nitrógeno-potasio

Santamaría (1990) señala que los niveles nutritivos para el cultivo del crisantemo deben ser de 25 a 60 ppm de nitrógeno nítrico, de 4 a 6 ppm de fósforo y de 20 a 40 ppm de potasio, así como 150 ppm de calcio. De preferencia los fertilizantes empleados deben ser de acción retardada para que proporcionen nutrientes durante un periodo de dos a tres meses.

El potasio interviene en la formación de los protidos, lo que justifica la necesidad de una alimentación potásica conveniente para obtener un buen resultado en la nutrición nitrogenada (Gross y Domínguez, 1981).

Miranda y Hernández (1999), mencionan que los crisantemos son muy exigentes en nutrientes y, especialmente, en nitrógeno y potasio. Durante los dos primeros meses de crecimiento es muy importante mantener niveles altos de nitrógeno para obtener flores y plantas de calidad, ya que si durante este periodo se produce una deficiencia moderada, de este nutriente, no se logra recuperar la calidad de la flor que se haya perdido, incluso con aplicaciones posteriores de nitrógeno. También señala que durante los primeros 80 días las plantas crecen rápidamente y hay grandes requerimientos de nitrógeno, los sistemas radiculares no están expandidos por todo el suelo y la eficiencia en la recuperación de nitrógeno es baja. Sin embargo, la eficiencia aumenta con el tiempo y durante los últimos 20 días solamente la inflorescencia crece rápidamente y los nutrientes minerales se transportan desde las hojas.

2.5 Perlita

La perlita es un material silíceo de origen volcánico extraído de los ríos de lava. El mineral recién sacado se muele y cierne, calentándose a continuación en hornos a unos 1.400 °F (760 °C), temperatura a la cual se evapora el poco de agua contenida en las partículas (Resh, 2001).

La perlita está compuesta principalmente por silicio y aluminio, por lo tanto, la utilización de soluciones nutritivas medianamente ácidas, en todo caso con $\text{pH} \leq 5$, puede originar problemas de fitotoxicidad, debidos a una excesiva solubilización del aluminio. Esta situación se presenta con una incidencia e intensidades elevadas en el cultivo del clavel y del crisantemo. La principal ventaja del cultivo en perlita es la facilidad y sencillez para mantener un perfil de humedad casi constante a lo largo de la zona radicular, con independencia del momento del día, las condiciones climáticas o el estado de desarrollo de la planta. Proviene de rocas volcánicas vítreas (grupo de las riolitas), las cuales se han formado por enfriamiento rápido, constituyendo un material amorfo, que contiene un 2.5 % de agua combinada (Cadahía, 1998).

La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 6,0 a 8,0, no tiene capacidad de intercambio iónico y no contiene nutrientes minerales (Resh, 2001).

Cadahía (1998), menciona los tipos de perlita comerciales para el cultivo hidropónico en relación al tamaño de sus partículas y en su densidad:

1. Tipo A-13, constituido por la fracción gruesa (3-5 mm; densidad 100-120 kg m³).
2. Tipo B-12, formado por las fracciones medias y gruesas, junto con las finas (0-5 mm; densidad 105-125 kg m³).
3. Tipo B-10, de textura intermedia (0-3 mm; densidad 105-125 kg m³).

4. Tipo B-9, constituido por las fracciones finas (0-1,5 mm; densidad 80-90 kg m³).
5. Tipo B-6, también constituido por las fracciones finas, pero con una densidad inferior (0-1,5 mm; densidad 50-60 kg m³).

El tipo de perlita más utilizado para el cultivo comercial de hortalizas es la de granulometría comprendida entre 0 y los 5 mm. Esta perlita no retiene demasiada agua a bajas tensiones pero, sin embargo, posee una muy buena aireación (Urrestarazu, 2004).

2.6 Situación de las ornamentales en México

El Mercado Mundial de Ornamentales se estima en 5,376 millones de dólares de los cuales el 58.6 % pertenece a la flor cortada y el 8.9 % a follaje cortada mientras que el 32,4 fue para las plantas ornamentales y se concentran en tres países Holanda, Colombia y Dinamarca con el 52,8 y 4 % respectivamente.

A la fecha se conocen 40 especies ornamentales de gran importancia de las cuales México ha aportado 600 especies, que se ofrecen a la venta. Siendo las más importantes las cactáceas y orquidáceas.

Mientras que el valor de la producción llegando a generar 4, 229,491,177.41 pesos en el año 2001, teniendo una tendencia a estabilizarse en 3 mil millones de pesos, pero el crecimiento es espectacular desde 1000 a 4000 millones de pesos (AIT, 2010).

Las especies con mayor importancia son las flores de corte que destacan por su valor de producción e importancia socioeconómica que tienen en la región donde se producen. El crisantemo es la flor de corte con mayor aportación al valor producido, obtuvo una tasa de crecimiento de 55 % en el periodo 1996-2005 (Chalate *et al.*, 2008).

2.7 Características del crisantemo

2.7.1 Origen

Existen unas 150 especies naturales de *Chrysanthemum*, originarias todas ellas del viejo mundo (India, China, Japón, Marruecos, etc., y en general de Asia y África). El nombre de *Chrysanthemum* procede de dos palabras griegas: *Khrysos* y *antheon*, y que adquieren el significado conjunto de “la flor de oro” (Arbos, 1992).

En China, el crisantemo es empleado como ornamental desde hace más de dos mil años, su cultivo se trasladó a Japón donde fue usado para ceremonias. Fue introducido en Europa a través de Francia en el último tercio del siglo XVIII. Los primeros cultivos en España, coinciden con el inicio del siglo XIX. El crisantemo, que actualmente usan los floricultores es un híbrido complejo y la mayoría de las especies de donde se han generado los cultivares actuales son originarias de china: *Chrysanthemum indicum*, *Chrysanthemum morifolium* y *Chrysanthemum x hortorum* (Rimache, 2009).

2.7.2 Taxonomía y morfología

El género *Chrysanthemum* pertenece a la familia de las asteráceas, formada a partir de la desaparición de la familia de las compuestas, y comprende numerosas especies con floración en diferentes épocas del año.

Clasificación botánica del crisantemo:

Reino: Vegetal

División: Anthophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Sympetalae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Antemidas

Género: *Chrysanthemum*

Especie: *Dendranthema*
grandiflorum

Var: Indianápolis
White

Las hojas de los crisantemos son lobuladas o dentadas, pinnado-hendidas o partidas. Pueden ser lisas o rugosas, casi siempre aromáticas y de un color que varía del verde oscuro, con una especie de pelusa blanquecina que da a la hoja, una tonalidad grisácea (Arbos, 1992).

Larson (2004), señala que el crisantemo de los floricultores es una inflorescencia compuesta que tiene flores en un receptáculo o cabezuela. Las inflorescencias sencillas (como margaritas) tienen flores radiales (hilera exterior)

que son pistiladas y flores concéntricas (las centrales o el “ojo de la margarita”) que son bisexuales generalmente fértiles.

Rimache (2009), menciona la clasificación de los cultivares de acuerdo a la forma de las inflorescencias:

Simples: tipo margarita. Compuesta de una o dos hileras de flores radiales y con flores hermafroditas centrales.

Anémonas: similares a las sencillas, pero con flores concéntricas tubulares y alargadas.

Pompones: en forma globular, constituidos por flores radiales cortas y uniformes. No presenta flores concéntricas.

Decorativas: similares a los pompones, ya que se componen principalmente de flores radiales, aunque las hileras exteriores son más largas que las centrales, dándole a la inflorescencia una forma plana e irregular.

Recurvadas: en forma globular, con las flores radiales recurvadas hacia adentro.

Reflejas: en forma redondeada con las flores radiales doblándose hacia afuera y hacia abajo.

Araña (Spider): las flores radiales se incurvan y son tubulares.

Miranda y Hernández (1999), mencionan la clasificación de los cultivares según el uso comercial y cultivo:

1. Crisantemos desbotonados para producir una flor por tallo, incluyendo:
 - a) Crisantemos estándares (comercial). Compuesta por un solo tallo y por consiguiente una sola flor.
 - b) Crisantemos desbotonado. Flores grandes de pompón, simples, decorativas y anémonas.
2. Crisantemo spray: con flores sobre un tallo, semejante a un rocío.

3. Crisantemos de maceta: de acuerdo al propósito pueden ser:

- a) Para venta al mayoreo.
- b) Para jardín.

2.7.3 Propagación del cultivo

2.7.3.1 Semillas

Arbos (1992), menciona que método de propagación por semilla es utilizado para la obtención de nuevas variedades, principalmente en lo que se refiere a *Chrysanthemum X hortorum*. Con respecto al tipo de fecundación la clasifica en dos tipos:

- Fecundación natural: la mayoría de las variedades de crisantemo son quimeras periclinares. Una quimera, es un vegetal formado por el crecimiento conjunto de dos individuos de especies o variedades diferentes estrechamente relacionados. Por tanto, los resultados de la multiplicación por semilla, son variables, es decir, muy diferentes entre sí. Las plantas obtenidas por éste método tienden a ser inferiores a la planta madre, presentando caracteres degenerativos, que se traducen en reaparición de flores simples.
- Fecundación artificial: se realiza a partir de plantas cultivadas en invernaderos, tiene como principal problema la substitución artificial de los insectos y el viento, transportadores naturales del polen.

Las flores de crisantemo son hermafroditas, y por tanto cada capítulo posee dos tipos de flores: las externas, coloreadas, son las femeninas; y las internas, las masculinas. Puesto que la maduración de las flores masculinas y femeninas dentro de un mismo capítulo no se produce al mismo tiempo, la fecundación debe realizarse entre capítulos y con un grado de madurez diferente. Los capítulos se cortan cuando adquieren un color gris-amarillento con una longitud de tallo de 30 cm.

Las semillas recolectadas se siembran en charolas en invernadero, a temperatura de 15 a 18 °C la germinación se produce de 8 a 10 días.

2.7.3.2 Esquejes

El cultivo de los esquejes se inicia con la selección de las plantas de cada variedad que deberán multiplicarse (Arbos, 1992). Tras ello, sufren diversos tratamientos de termo-terapia, y las plantas resultantes serán multiplicadas mediante cultivo «in vitro » de meristemos.

Una vez obtenidas las plantas, estas se plantan en invernaderos especialmente destinados a este cultivo, ya sea directamente en banquetas o en macetas, usando como sustrato turba y perlita. La humedad relativa se mantiene alrededor del 70 % a fin de evitar las posibles deshidrataciones que puedan sufrir las plantas (Arbos, 1992).

El cultivo de planta madre que dura de tres a cuatro meses, durante los cuales cada planta puede producir de 12 a 22 esquejes, de los que se obtendrán nuevas plantas madre.

Las plantas se propagan enraizando los esquejes terminales. Estos esquejes vegetativos se obtienen de las plantas madre mantenidas bajo condiciones de día largo para inhibir la formación de botones finales (Larson, 2004).

Rimache (2009), menciona que los esquejes terminales de 8-10 cm de longitud pueden colocarse directamente en el medio para enraizamiento o almacenarse a 0-3 °C durante unas seis semanas, en cajas de cartón forradas con polietileno para evitar la deshidratación. Debe aplicarse un fungicida de amplio espectro para prevenir el desarrollo de enfermedades tales como Botrytis, roya, entre otros. El trasplante puede llevarse a cabo a los 10-20 días, dependiendo de la variedad y de la temporada. Para garantizar que las plantas estén turgentes y tengan una reserva antes de arraigar, se aplicará un riego con fertilizantes complejos en vísperas a la plantación.

En el momento de la plantación, no debe enterrarse demasiado el esqueje, solamente tapar las raíces, ya que las plantaciones profundas provocan retraso en el desarrollo de las plantas (Arbós, 1992).

2.7.4 Requerimientos climáticos

2.7.4.1 Luz

Los esquejes enraizados se plantan en camas y se riegan e iluminan durante la noche el primer día, se espacian dependiendo del número de tallos que se vayan a dejar, variedad, estación, entre otros. El número de horas de iluminación durante la noche varía con la estación y con la latitud debido a la duración del día. Cuanto mayor es la energía radiante durante el día, mayor es la energía luminosa requerida para una interrupción nocturna efectiva. Cuando los periodos de día largo se realizan con iluminación cíclica incandescente, por un periodo muy largo (por ejemplo 7 semanas), la inhibición de las flores puede ser marginal o incompleta (Rimache, 2009).

Para inducir la floración deben crecer bajo condiciones de días largos para inhibir la formación de yemas florales. Se requiere un fotoperiodo más corto para el desarrollo de la inflorescencia que para la iniciación floral. El oscurecimiento debe aplicarse al menos 21-28 días consecutivos, para crisantemos “estándar” y durante un periodo más largo (unos 42 días) para los “spray” (Rimache, 2009).

Larson (1994), señala que para mantener al cultivo en estado vegetativo es necesario una duración del día de 14.5 horas para las plantas cultivadas a 15.5 °C. Agrega que cuando las plantas productoras crecen bajo condiciones de día largo, los ápices del tallo siguen produciendo hojas y nudos a una velocidad de dos a cuatro por cada semana (plastocromo). Dependiendo del cultivar y la estación, un brote alcanzará la longitud apropiada (unos 35 a 50 cm) en un número establecido de días.

Las lámparas incandescentes se colocan con reflectores en líneas por encima de la planta. Se emplean con dos potenciales diferentes: 100 vatios y 150

watios, siendo preferibles éstas últimas, ya que así se reduce el número de unidades a colocar (Rimache, 2009). Asimismo éste autor menciona la clasificación de los cultivares según su respuesta fisiológica (fotoperiodo):

Crisantemos de floración vanariega o temprana: son aquellos que florecen en respuesta a temperaturas cálidas, mayores o iguales a 15 °C, independientemente de la longitud del día (termopositivos). La temperatura de 15 °C es la media de las temperaturas diurna y nocturna, con temperaturas diurnas que no exceda de los 25 °C y nocturnas superiores a 10 °C.

Crisantemos de todo el año: aquellos que responden al fotoperiodo, concretamente a días cortos, y en menor medida a las temperaturas. Manipulando la longitud del día pueden obtenerse flores en cualquier época del año. Se subdividen en grupos de respuesta, de acuerdo con el número de semanas necesarias entre la iniciación de la yema floral y la floración real: la mayoría de las flores para corte se obtienen de los cultivares de 10 a 12 semanas.

Por su parte, Vidalie (1992) sugiere que para la etapa de oscurecimiento se utilicen telas negras hasta que coloreen las yemas florales. Agrega que para evitar los riesgos de recalentamiento debidos a este oscurecimiento se pueden intercalar nueve días cortos, después doce días largos hasta la floración y para evitar la conexión en tensión de la totalidad de la instalación, se practique una iluminación cíclica (diez minutos de luz y treinta minutos de oscuridad, alternando las parcelas). Éste autor concluye que el crisantemo por ser de carácter fotoperiódico, su cultivo solo podrá efectuarse en invernadero o bajo grandes túneles.

2.7.4.2 Temperatura

La temperatura mínima puede situarse a los 11 °C, o menos, según variedades, siempre que durante el día se obtenga una temperatura máxima de 16 °C o más. Muchos cultivares necesitan un periodo de frío para inducirlos a floración, éste periodo de frío se sitúa entre los 5 y 10 °C, mientras que otras en

cultivo con temperaturas mínimas inferiores a los 11 °C tienden a formar rápidamente el botón floral, aunque se les aplique el día largo. A la mayoría de los cultivares el exceso de temperatura les retrasa la floración (Arbos, 1992).

Machin y Scopes (1982), señalan que cualquier desviación en las temperaturas requeridas en el inicio de la flor tardía, el desarrollo, el tamaño y la forma de las flores se ven afectados. Debido a esto, diversas variedades, especialmente de los grupos de Indianápolis producen mayores porcentajes de flores tubulares a menor temperatura. Estas malformaciones (tubulares) en las flores afectan la apariencia de la cabeza de la flor y como tal no son preferidas por el consumidor.

Rimache (2009), menciona la clasificación de los cultivares según la respuesta de floración a la temperatura:

a) Cultivares termocero: muestran poca inhibición floral entre los 10 °C y los 27 °C. La floración se produce rápidamente a 15.5 °C. Son los más adecuados para la floración durante todo el año.

b) Cultivares termopositivos: la floración se inhibe por debajo de los 15.5 °C. Las yemas florales se pueden iniciar pero no se desarrollan más allá de un estado de cabezuela a bajas temperaturas. Si se mantiene la temperatura apropiada, estos cultivos pueden utilizarse para floración durante todo el año.

c) Cultivares termonegativos: la floración se inhibe por encima de los 15 °C. Temperaturas inferiores pueden retardar (10 °C) , pero no inhiben la iniciación. Deberán cultivarse solamente cuando las temperaturas nocturnas puedan ser controladas a 15,5 °C ó ligeramente por debajo. Se deberán evitar los cultivos en verano.

2.7.4.3 Humedad relativa

Arbos (1992) sugiere que durante la fase de crecimiento la humedad relativa sea del 65 al 75 % para que las plantas se desarrollen en perfectas condiciones; si

la humedad es muy baja los tallos pueden quedar cortos, e incluso retrasarse la floración. Cuando las flores comienzan a tomar color conviene que la humedad ambiental se reduzca con el fin de prevenir los ataques de hongos en las flores (Botrytis). Añade que la humedad relativa se halla estrechamente relacionada con la temperatura, puesto que con temperaturas elevadas es más difícil mantener una humedad relativa elevada, por ello es recomendable pulverizar con agua ambiente.

2.7.5 Manejo del cultivo

2.7.5.1 Riego

El crisantemo es un gran consumidor de agua y de nutrientes; por tanto se recomienda elegir un sistema de riego localizado para mantener el sustrato próximo a la capacidad de campo (Rimache, 2009).

Es una de las pocas flores que se pueden regar por aspersión, ya que generalmente el riego se interrumpe cuando se abren los capullos florales. Los suelos se mantienen cerca de la capacidad de campo, ya que los crisantemos presentan un gran área foliar y ocupan el suelo con sus raíces (Miranda *et al.*, 2004).

2.7.5.2 Entutorado

Los cultivos se sostienen con una malla de alambre que se va elevando conforme van creciendo. Cuando las plantas se aclimatan, pueden ser despuntadas para inducir la ramificación para producción de “spray”. Cuando los tallos solitarios de “estándar” o las ramas de las plantas despuntadas (“spray”) alcanzan una altura dada (unos 35-50 cm), hasta una etapa que no sea afectada por la duración del día (Rimache, 2009).

Tradicionalmente el Entutorado se realiza mediante estacas o cañas, y dos cuerdas a cada lado de las plantas. Este sistema comporta un importante riesgo, en cuanto a la calidad final del producto, puesto que el viento o una lluvia

demasiado fuerte, pueden provocar la rotura de los soportes y en unas 12 horas los tallos del crisantemo se tuercen, bajando la calidad e incluso llegar a resultar inservibles para la venta (Arbós, 1992).

2.7.5.3 Pinzado

El pinzado del crisantemo se trata en dos grupos separados según el resultado final que se desee obtener.

a) Unifloras. El primer pinzado se realiza a los 14 días de la plantación, una vez que las plantas estén establecidas en el terreno, cortando solamente el brote terminal. A partir de este momento surgirán de 4 a 6 brotes por esqueje, que serán tallos florales. Para que la flor sea lo más grande posible, se eliminan dos o tres, dejando un máximo de 4 tallos por esqueje. Si se dejan los 3 ó 4 superiores adelantaremos una semana la floración, cosa que no sucede si los brotes que no eliminamos son los inferiores.

b) Multifloras. El objetivo de este cultivo es la obtención de tallos con el mayor número posible de flores. Las variedades que se utilizan más corrientemente para este fin son las de flores en forma de margarita, spider, las de tipo decorativo y las de pompón. El cultivo es prácticamente el mismo que el anterior, pero en lugar de realizar un solo pinzado, se dan dos (Arbós, 1992).

2.7.8 Plagas y enfermedades

Los crisantemos son plantas que se ven afectadas por numerosas plagas y enfermedades, debiendo mantener un especial énfasis en la sanidad, ya que es importante tanto en la calidad de las flores como de las hojas.

2.7.8.1 Plagas

Insectos:

Minador de la hoja (*Lyriomiza trifolii*).

Arbos (1992) lo considera como más grave plaga que padece actualmente el cultivo de crisantemos, daña las hojas de las plantas ornamentales durante varias fases de su ciclo biológico, cuyos daños puede definirse según sus efectos, de la siguiente forma:

Daños directos: en plantas jóvenes puede provocar un marchitamiento y muerte posterior. Las especies que se comercializan “en hoja” pueden perder totalmente su valor comercial.

Daños indirectos: limitación en la circulación de plantas ornamentales por motivos de cuarentena fitosanitaria.

Las larvas se alimentan en el interior de las hojas. Destruyen el tejido foliar, abriendo “minas” claramente visibles desde la superficie.

En un invernadero a 20 °C se producen numerosas generaciones al año, puesto que el ciclo total con esta temperatura duran tan solo 20 días.

El combate de ésta plaga debe conceptuarse dentro del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP). Control biológico: *Dacus sibirica*, *Diglyphus isaea* y *Opius pallipes*. Adquirir material libre de virus, ventilar el invernadero, eliminar los residuos de cosecha y demás y en último lugar el uso de productos químicos (abamectina, ciromacina, entre otros) (Bautista *et al.*, 2002).

Thrips sp.

Insecto chupador de unos 2 mm en su estado adulto. Huyen de la luz en todos sus estados, desarrollándose en la oscuridad. Los lugares atacados presentan manchas blanquecinas decoloradas de forma irregular. Atacan flores y hojas (Arbos, 1992).

Sin embargo, los daños directos causados por los trips durante la etapa de crecimiento vegetativo no son de importancia, ya que en esta etapa pueden controlarse fácilmente. El mayor problema resulta peligroso cuando la planta emite el botón floral terminal, ya que estas ingresan al botón y se introducen a la base de la inflorescencia y resulta difícil poner algún insecticida en contacto con éstos o succionarlos mecánicamente.

Cuando los trips ya están dentro del botón floral, empiezan a raer los tejidos y a succionar los líquidos emanados de las heridas. El daño puede ser tal que la flor adquiere una apariencia manchada evidente, por lo que disminuye su calidad y en consecuencia su precio.

Como control está el adquirir material propagativo libre de virus, eliminar malezas dentro del invernadero que pueden servir como hospedantes, utilización de trampas atrayentes de luz o de color y en último lugar el uso de insecticidas sintéticos desde la perspectiva del MIP (Bautista *et al.*, 2002).

Pulgones:

Arbos (1992), menciona que todos los pulgones viven, durante todo el año, sobre los brotes tiernos, la cara inferior de las hojas y en el suelo alrededor de las raíces. Pica el limbo de las hojas y absorbe la vida del vegetal, como consecuencia de estas picaduras se producen deformaciones o se rizan las hojas. La planta se debilita y sufre un paro vegetativo. Las plantas posteriores son propensas a sufrir posteriores ataques de hongos, entre otros. Éste autor sugiere como control desinfección del suelo al vapor, bromuro de metilo, phenamiphos, entre otros.

Nemátodos:

Los nematodos de las hojas se diseminan por los estomas junto con las salpicaduras de agua, causando lesiones angulares de color verde oscuro a café

en las hojas, que se extiende de abajo hacia arriba. Los nematodos de la raíz a succionan la savia de las raíces, produciendo tumores (agallas), debilitando así a las plantas. Pueden proceder tanto de material vegetal como de suelos contaminados. Como control este autor recomienda realizar una rotación de cultivo en macetas sin suelo, y desinfección de suelo y sustratos (Miranda *et al.*, 2004).

2.7.8.2 Enfermedades

a) Enfermedades causadas por hongos.

Pudrición de la raíz o pudrición basal del tallo (*Pythium spp.*).

Es ocasionada por *Pythium spp.* En condiciones de excesiva humedad en el suelo. La diseminación de las esporas se produce a través del suelo o del agua contaminada. El sistema radicular se debilita, de forma que las plantas infectadas se atrofian. Aparecen lesiones de marrón oscuro a negro cerca del suelo, que pueden causar aberturas en la corteza (Miranda *et al.*, 2004).

Se manifiesta primero un amarillamiento, achaparramiento o una marchitez de la planta. El hongo puede moverse del sistema radical a varios centímetros en el tallo, causando una pudrición del tallo o la corona, o canchales. En algunos casos la base del material propagativo puede estar infectada. El manejo de la enfermedad involucra el tratamiento del suelo con vapor (cuando se trata de invernaderos) o fumigantes (Bautista *et al.*, 2002).

Pudrición del tallo (*Rhizoctonia solani*).

Organismo procedente del suelo, se desarrolla en condiciones de alta humedad y temperatura. Las plantas se marchitan en las horas de máxima temperatura y mínima humedad relativa, el crecimiento es restringido y los tallos se pudren en la superficie del suelo (Rimache, 2009).

Causa lesiones necróticas secas de color marrón localizadas en la base de los tallos, o sobre los esquejes. Las hojas inferiores, más viejas adquieren un color

amarillo o rojizo y a los 6 días aproximadamente toda la planta se seca y se marchita, muriendo posteriormente (Arbos, 1992).

Debe tratarse el suelo antes de plantar con PCNB y pulverizar la base de los esquejes con benomilo o clortalonil después de plantar (Miranda *et al.*, 2004).

Botritis o podredumbre gris (*Botrytis cinerea*):

Arbos (1992) cita que los ataques de esta enfermedad se presentan en tres categorías:

1. Formación de manchas sobre las hojas. Sobre las hojas aparecen largas manchas necróticas de color gris-marrón, que se inician en la periferia del limbo, llegando hasta los nervios.
2. Podredumbre gris de los botones florales, tallos y flores. Los botones florales abortan, los pétalos de las flores abiertas se cubren de pequeñas manchas puntiformes y las flores se secan; los tallos sufren necrosis.
3. Enfermedad de la telaraña: se desarrolla sobre el suelo en condiciones de humedad y calor. Los esquejes próximos son rápidamente contaminados, y presentan una podredumbre gris, en la base de los tallos.

Como control debe procurarse la limpieza de la explotación. Los tratamientos con benomilo son efectivos (Miranda *et al.*, 2004).

Roya (*Puccinia chrysanthemi*):

Produce pústulas de color pardo-rojizo en el envés de las hojas y en los tallos, que cuando se rompen sueltan un polvo marrón oscuro que se corresponde con las esporas. El centro de la pústula se vuelve negro cuando muere. Las hojas atacadas se marchitan y mueren y los tallos detienen su crecimiento, dando lugar a plantas defoliadas y achaparradas (Rimache, 2009).

Larson (2004), recomienda mantener la humedad relativa mente baja, evitar el follaje húmedo y cubrir las hojas con zineb antes de que comience la infección.

b. Enfermedades causadas por bacterianas

Tizón bacteriano (*Erwinia chrysanthemi*):

Existen erwinias que causan pudriciones blandas, lo hacen a través de la producción de enzimas pectinólicas que ocasionan pudrición como síntoma predominante y afectan gran cantidad de tejido de las plantas: hoja, tallo y raíces. Es una de las bacterias que más daño causan al follaje y flores de plantas ornamentales, sus hospedantes son de gran importancia económica, como crisantemo, clavel, noche buena, entre otros. En el crisantemo causa la enfermedad conocida como tizón bacteriano, caracterizándose por tizones y marchitez; en este caso las condiciones favorables para esta enfermedad son la alta temperatura y humedad en el desarrollo de la enfermedad, generalmente se manifiesta en temperaturas debajo de los 27 °C y en humedad relativa menor de 80%. Se ha demostrado que altas concentraciones de nitrógeno en la fertilización en algunos cultivos incrementa la resistencia a las pudriciones blandas (Bautista *et al.*, 2002).

Larson (2004), aconseja como control romper los esquejes de la planta madre, destruyendo las plantas tan pronto como aparezcan los síntomas. No sumergir los esquejes en soluciones de hormonas.

Agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*).

Es una enfermedad del parénquima con una rápida proliferación de células en el tejido meristemático hasta la formación de un tumor (Bautista *et al.*, 2002). Las infecciones por el suelo o por tumores son favorecidas por las condiciones húmedas. Aparecen crecimientos redondos o agallas en el tallo, justo abajo de la superficie del suelo, pero también ocasionalmente se encuentran en las hojas y tallos (Larson, 2004).

Como método de control disponer de un lapso largo entre rotación de cultivo, evitar producir heridas en los vegetales (Arbos, 1992), usar semilla y material de propagación libre del patógeno, tener un buen control de las condiciones de temperatura, humedad y riego para evitar las diseminaciones, destruir plantas enfermas en cuanto aparezcan los primeros síntomas (Bautista *et al.*, 2002).

Mancha foliar bacteriana (*Pseudomonas cichorii*):

En crisantemo ocasiona manchas foliares y tizones, afecta las hojas bajas y más viejas, sin embargo también pueden observarse en hojas latas y flores en plantas maduras. Las manchas pueden ser circulares o elípticas al principio y después incrementar en talla; varias lesiones pueden coalescer y alargarse formando manchas necróticas irregulares, las lesiones son de color café a negro, bajo ciertas condiciones de humedad, los síntomas pueden desarrollarse a lo largo del margen de las hojas. En este caso, las condiciones de humedad son de mayor importancia que la temperatura (Bautista *et al.*, 2002).

Miranda *et al.* (2004), añaden que en casos graves las bacterias entran al peciolo y los tallos y los botones florales infectados mueren prematuramente.

Arbos (1992), menciona que debe seleccionarse las plantas madres, destruir las plantas enfermas y desinfección de suelos con vapor, bromuro de metilo, etc.

c. Enfermedades causadas por virus.

Viroide del achaparramiento del crisantemo.

Ocasiona la palidez del follaje y la disminución del tamaño de las flores, que pueden abrir una semana antes que las normales. Es necesario partir de un material vegetal sano (Miranda *et al.*, 2004).

Control: el programa de cotejo sanitario para los propagadores puede asegurar plantas limpias. Elimínense las plantas que parezcan sospechosas de la

enfermedad. Evítase la disminución del virus con cuchillos u otras herramientas (Larson, 2004).

Virus de la aspermia del crisantemo o *Chrysanthemum aspermy cucumovirus* (CAV)

Se produce deformación de la inflorescencia, se reduce el tamaño y cambia el color de las flores. Dichos síntomas florales no siempre se manifiestan el primer año. En la mayor parte de las variedades del crisantemo no se aprecian síntomas en las hojas, pero siempre aparece un jaspeado, acompañado de una reducción del crecimiento y más raramente, de un enanismo. El virus de la aspermia es transmitido por pulgones, herramientas y manualmente.

Control: hay que cuidar la sanidad del material vegetal (cultivo de ápices meristemáticos in vitro), eliminar las plantas enfermas y controlar los pulgones.

El CAV puede eliminarse por termoterapia con tratamientos de aire caliente a 37 °C durante un mes (Miranda *et al.*, 2004).

Virus del mosaico del crisantemo o *Chrysanthemum mosaic-B (Q) carlavirus* (CVB)

Este virus es diseminado por pulgones, por lo que deben controlarse las poblaciones de estos insectos, además de emplear plantas libres de virus. Los síntomas son excesivamente variables según cultivares, estado vegetativo de las plantas y condiciones de cultivo. Pero, de forma general suelen ser más acentuados en los esquejes y las plantas jóvenes. En algunas variedades se ha observado la caída anormal de hojas y una reducción del crecimiento.

Control: cultivo de ápices meristemáticos in vitro. El CVB puede eliminarse por termoterapia con tratamientos de aire caliente a 37 °C durante varios meses (Miranda *et al.*, 2004).

2.7.9 Cosecha

2.7.9.1 Índice de cosecha

Durante periodos de elevada intensidad luminosa, las flores en desarrollo que empiezan a mostrar color se deberán sombrear para evitar quemaduras. Las flores se cosechan con la longitud apropiada de tallo y el desarrollo de inflorescencia requerido por el mercado. El desarrollo de la flor dentro de la cama no es uniforme, y se pueden requerir de 5 a 10 días para que todas las flores alcancen la etapa apropiada de corte (menos en verano, ya que las temperaturas adelantan la madurez de la flor) (Rimache, 2009).

Por su parte, Urrestarazu (2004) menciona que las flores se recolectan cuando las flores femeninas (los “pétalos” de la margarita) están completamente abiertas, y las masculinas (el centro) no han empezado a mostrar el polen.

La floración se determina por dos factores: duración de la luz del día y temperatura. La mayoría de los cultivares comienzan a desarrollar sus botones florales cuando el día dura menos de 12 horas; también la mayor parte florece en un periodo de entre 6 y 8 semanas después de comenzado el desarrollo floral (Arbos, 1992).

Salunkhe *et al.* (1990), agregan de forma general, que las flores cosechadas en la tarde tienen mayor vida útil que las cosechadas en la mañana, debido a que las flores cosechadas en la tarde, tendrá el beneficio de la fotosíntesis de ese día. Asimismo, añaden que durante los meses de verano, la etapa de corte de la flor es muy importante, debido a que tenemos la mayor actividad metabólica y la tasa de apertura de la flor.

Los crisantemos estándar pueden cosecharse en el estado de desarrollo 2 (inflorescencia con diámetro de 2 pulgadas) o en el estado 3 (inflorescencia con diámetro de 3 ½ pulgadas) cuando las inflorescencias o “flores” están justo comenzando de abrir, o bien en el estado 4 (inflorescencia con diámetro de 5 pulgadas) cuando su peso fresco es solo la mitad del que presentan las inflorescencias completamente desarrolladas (Reid y Dodge, 2002).

Urrestarazu (2004), menciona que las flores se recolectan tirando de ellas y arrancando la planta. Una vez fuera, se corta el extremo de las raíces.

Los tallos deben cortarse mediante cuchillo, tijeras o herramientas especialmente diseñadas para este propósito. Se cortarán al menos 10 cm por encima del nivel del suelo. Todas las hojas a partir del tercio inferior del tallo se eliminan (Miranda, 1999) y se colocan lo más pronto posible en agua que contenga un biocida que prevenga el taponamiento del xilema con microorganismos. El biocida más efectivo para los crisantemos es el nitrato de plata; las concentraciones efectivas son de 25 ppm en el agua o una breve inmersión de los tallos de 10 segundos a 10 minutos en 10000 ppm de nitrato de plata seguido por agua baja en sales (desionizadas). Las inflorescencias cortadas completamente abiertas en el invernadero o el campo requieren solamente un biocida en el agua (Larson, 2004).

2.7.10 Calidad comercial del crisantemo

El valor comercial del crisantemo está directamente relacionado con el tamaño y calidad de las hojas, tallos e inflorescencia; en el proceso para producir plantas con estas características están asociadas las condiciones ambientales y nutricionales (Carrillo, 2009).

El concepto de calidad para crisantemo está relacionado con aspectos externos, una vez que los aspectos internos no pueden ser controlados durante el proceso de comercialización. Entre los parámetros externos, podemos citar: la estructura (forma y tamaño de tallos y hojas); número de flores y botones; ausencia de residuos químicos, plagas, enfermUna adecuada nutrición mineral de las plantas está entre los factores de promover la calidad. Los fertilizantes deben ser aplicados correctamente para reducir los costos de producción y los daños ambientales (Carrillo, 2009).

2.7.10.1 Grados de calidad en crisantemo

La Sociedad de Floristas Estadounidenses (Society of American Florist) ha sugerido la clasificación en los siguientes grados de calidad para el crisantemo estándar completamente abierto (Reid y Dodge, 2002) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Grados de calidad para flor de crisantemo.

Grado	Fino	Estándar	Corto
Color de la etiqueta	Azul	Roja	Verde
Diámetro mínimo	5 ½" (14 cm)	4¾" (12 cm)	4" (10 cm)
Longitud mínima (flor + tallo)	30" (76 cm)	30" (76 cm)	24" (61 cm)

Fuente: SAF, 2002.

2.7.11 Poscosecha

Los crisantemos, tanto el estándar (un solo tallo), como los de ramillete o spray (pompón y spider) tienen una larga vida post-cosecha cuando se les maneja apropiadamente. Las dificultades en la absorción y el transporte del agua en el tallo son los problemas principales en post-cosecha de los crisantemos, lo que da lugar al amarillamiento y marchitamiento prematuro de sus hojas (Rimache, 2009).

Las flores pueden almacenarse en frío durante dos semanas a 2-3 °C, con los tallos en agua, pero las flores deben estar secas y haber sido sometidas a un tratamiento fungicida de prerrecolección.

En tiempo cálido, las flores deben enfriarse (pre-enfriado) antes del empaquetado, ya que debido a la respiración pueden calentarse durante el transporte. El empaquetado de las flores puede realizarse en mangas de plástico, colocando normalmente cinco tallos por manga, de forma que los ramos sean siempre del mismo color (Miranda *et al.*, 2004).

Salunkhe *et al.* (1990), mencionan que las pérdidas poscosecha resultan por un manejo inadecuado de las flores después de la cosecha o durante el transporte. Debido a que el crisantemo es vulnerable a los daños físicos y mecánicos por la naturaleza frágil del follaje y de la flor. Estos daños aumentan la síntesis de etileno en los tejidos y causan marchitamiento prematuro de la flor. La falta de un suministro permanente de carbohidratos y agua en los tallos ocasiona un marchitamiento rápido del follaje y de las flores. Si el marchitamiento es prolongado, más allá de un cierto límite, las flores no recuperan su turgencia cuando se les restituye el agua. Los factores físicos (luz, temperatura y estrés hídrico, entre otros), daños mecánicos durante y después de la cosecha, problemas fisiológicos, plagas y enfermedades son las principales responsables de pérdidas enormes de flores después del corte. Las flores de crisantemo, debido a su naturaleza delicada, son propensas a marchitamiento por desequilibrios entre la transpiración y absorción de agua. En casos severos, el marchitamiento puede resultar en un daño irreversible reduciéndose la calidad de la flor.

2.7.11.1 Soluciones preservantes

Machin y Scopes (1982), mencionan que las condiciones ambientales (intensidad de la luz, temperaturas) determinan en gran medida los niveles de azúcar en los tejidos de las flores. Y además, el contenido de azúcar en los pétalos se correlacionan positivamente con la vida de poscosecha de las flores, por tanto entre más alto sea el nivel de azúcar en sus pétalos, más larga será su vida útil a una temperatura ambiente.

Los procesos de deterioro que terminan la vida útil de la flor, comienza inmediatamente después de la cosecha o la eliminación del almacenamiento, la velocidad de los procesos depende de la temperatura, humedad relativa y del etileno en los alrededores. El mantenimiento de la absorción de agua, la turgencia de las flores y el follaje son básicos para prolongar la vida de poscosecha de flores cortadas. Estos autores mencionan los objetivos de las soluciones conservantes en poscosecha de flores:

- (1) Mantener la turgencia en el corte de las flores.
- (2) Proporcionar soporte para la respiración continua.
- (3) Evitar el bloqueo vascular en los tallos, que son necesarios para la absorción de agua para el mantenimiento de las flores cortadas.
- (4) Estimular la apertura de la flor normal.
- (5) Evitar la proliferación de bacterias.
- (6) Evitar cambios no deseados en el color de los pétalos.

Para cumplir con estos objetivos y conservante ideal debe contener azúcar, un bactericida, un agente acidificante y un metal pesado.

La vida de florero se ha ampliado de 8 a 10 días por inmersión de los tallos de las flores en la solución de nitrato de plata (1200-4800ppm) durante 5 segundos. De la misma forma, se encontró que la inmersión del tallo durante 10 minutos en la solución de tiosulfato de plata (1000 ppm) era igualmente eficaz (Machin y Scopes, 1982).

La mayoría de las soluciones preservantes disponibles en el mercado contienen azúcar y 8 HQS. Dicloro-s-tiazina-triona de sodio (SDT), además de azúcar fue igualmente Efectiva como los iones de plata y la sacarosa u otras soluciones de conservante, para extender el florero de crisantemos. Sin embargo, trato especial y diferenciado sin azúcar no es eficaz.

El recorte del tallo justo antes de colocarlos en el agua o el corte en el agua es de suma importancia para una rápida absorción del agua y la recuperación de marchitamiento (Machin y Scopes, 1982).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

La presente investigación se realizó durante el ciclo invierno-primavera 2010-2011 en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna, ubicada en Periférico y Carretera a Santa Fé Km. 1.5, Torreón Coahuila, México, en las coordenadas geográficas 103° 25'57'' de latitud oeste al meridiano Greenwich y 25°31'11'' de latitud norte con una altura de 1123 msnm (CNA, 2002).

3.2 Material vegetativo

El material vegetativo consistió en esquejes enraizados de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*, (Ramat) Tzvelev), variedad *Indianápolis White* de aproximadamente 10 cm de longitud, proveniente del estado de México. Algunas características sobresalientes de esta variedad se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características varietales del material vegetativo empleado en esta investigación.

Variedad	Tipo de floración	Color	Altura
Indianápolis <i>White</i>	Standar	Blanco	Alto

Fuente: Arbos, 1992.

3.3 Diseño, estructura y condiciones del invernadero

El invernadero es de paredes rectas y techo semicircular con orientación Norte-Sur, posee una estructura completamente metálica, cubierta con una película plástica de policarbonato en la parte frontal y trasera, el techo y las paredes laterales de polietileno; el piso es de grava con granulometría grande, el sistema de enfriamiento consta de una pared húmeda, un par de extractores de aire caliente, con encendido y apagado de forma manual, Se realizó la instalación

de cableado para proporcionar iluminación nocturna con lámparas incandescentes de 100 watts, a una altura de 1 m y una separación de 1.3 m.

3.4 Solución nutritiva

En la presente investigación se estudio la solución nutritiva universal de Steiner, (1984) a distintas concentraciones derivadas de la original la cual se muestra en el Cuadro 3 y 4.

Cuadro 3. Composición química de la Solución Nutritiva Universal de Steiner.

NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^-	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
----- Me L ⁻¹ -----					
12.0	1.0	7.0	7.0	9.0	4.0

Cuadro 4. Concentración de nutrimentos en la solución nutritiva usada en los diferentes tratamientos.

Trat.	NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^- me L ⁻¹	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CE (dS m-1)
T1	9	1.375	9.625	5	10.38	4.61	2.17
T2	9	1.375	9.625	7	9	4	2.24
T3	9	1.375	9.625	9	7.61	3.38	2.30
T4	12	1	7	5	10.38	4.61	2.26
*T5	12	1	7	7	9	4	2.33
T6	12	1	7	9	7.61	3.38	2.40
T7	15	0.62	4.375	5	10.38	4.61	2.35
T8	15	0.62	4.375	7	9	4	2.42
T9	15	0.62	4.375	9	7.61	3.38	2.48

* Testigo

La presión osmótica 0.72 mega pascales (MPa), se consideró como la suma de los iones componentes de la solución nutritiva (en cmol.litro⁻¹) multiplicada por el factor 0.024, obteniendo como resultado la conductividad eléctrica (CE) reflejando valores entre 2.1-2.4 dS m⁻¹, debido al ajuste de los elementos nutritivos (Steiner, 1984).

Los micronutrientes que se agregaron a la concentración (mg.litro⁻¹) se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Micronutrientes aportados a la solución nutritiva.

Fe	B	Mn	Zn	Cu
8	0.865	1.6	0.023	0.011

Fuente: Flores, 2005.

3.4.1 Preparación

Las soluciones fueron diluidas de acuerdo a los tratamientos empleados. Se usaron tambos de 20 litros para cada tratamiento, después de llenarlos de agua se midió el pH y en seguida se disolvieron los fertilizantes que aportaban los macronutrientes con su tratamiento respectivo. Posteriormente se aportaron los micronutrientes en porción de 1 mL L⁻¹ de la solución madre. Al finalizar se ajustó el pH de 5.5 a 6.5 con ácido sulfúrico (H₂SO₄). Señalando que en cada riego el pH se ajustó al valor antes mencionado.

Los primeros cinco días después del trasplante se preparó la solución nutritiva al 25 % de la concentración iónica total a evaluar. Los cinco días posteriores se manejó al 50 % y pasado este lapso se subió al 100 % que fue el inicio de la aplicación de los tratamientos a estudiar.

En el Cuadro 6, se anotan las fuentes de macronutrientes que fueron empleados, así como las cantidades de fertilizantes requerido para la elaboración de las soluciones nutritivas.

Cuadro 6. Fuentes de fertilizantes empleados para elaborar soluciones nutritivas.

Fertilizante	Fórmula	Me L ⁻¹	Pm ^a	PE ^b	Pureza (%)
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	9	236	118	15.5 N, 19Ca
Fosfato monopotásico	KH ₂ PO ₄	1	136.1	136.1	23 P, 28 K
Nitrato de potasio	KNO ₃	3	101	101	13 N, 38 K
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄	3	174.3	87.2	45 K, 18 S
Nitrato de magnesio	MgNO ₃ Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O		256.3	128.2	11 N, 9 Mg
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄		132.0	66	20 N, 24 S
Acido nítrico	HNO ₃				
Acido sulfúrico	H ₂ SO ₄				

^aPM: peso molecular; ^bPE: Peso Equivalente.
Fuente: Favela, 2006.

Al preparar la solución se tomó en cuenta la aportación del agua, la cual se restó a la aportación total a cada tratamiento.

La fuente utilizada para la aportación de micronutrientes en la solución nutritiva se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Fuente de micronutrientes para elaborar la solución nutritiva concentrada.

Fuente	Fórmula química	Pureza (%)	mg/L ⁻¹	g/L ⁻¹
Quelato de hierro (Maxiquel)	Fe-DTPA	6	133.33	0.133
Borax*	Na ₂ B ₄ O ₇ ·H ₂ O	99.5-105	0.567	5.67 ⁻⁴
Sulfato de manganeso	MnSO ₄ ·H ₂ O	98.0-101.0	1.6	1.6 ⁻³
Sulfato de zinc	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	99-103.0	0.023	2.3 ⁻⁵
Sulfato de cobre	CuSO ₄ ·5H ₂ O	99.5	0.01	1 ⁻⁵

* Se resto la aportación del agua.

La aplicación derivada de la solución madre de micronutrientes se realizó durante todas las etapas de vida de la planta. Su preparación consistió en calcular los micronutrientes a emplear en $\text{g}/1000 \text{ L}^{-1}$ la cual se disolvieron en un litro de agua destilada y en cada preparación se aportaron 1 mL L^{-1} .

3.5 Desarrollo experimental

3.5.1 Diseño experimental y tratamientos

Se evaluaron nueve tratamientos con un diseño experimental factorial, 3×3 (nitrógeno y potasio). La unidad experimental estuvo constituida por una planta en cada repetición, de las cuales se usaron cinco en cada etapa de desarrollo para la medición de las variables de respuesta contempladas. Mencionando que para la evaluación de la etapa reproductiva y poscosecha se tomaron al azar un tallo que nos representó a la planta entera, debido a que cada planta arrojó distintos números de brotes.

3.5.2 Establecimiento y conducción del cultivo

3.5.2.1 Sustrato

El sustrato usado fue perlita, obtenido de la empresa “Perlita de la Laguna” en Torreón, Coahuila. Tipo (B12), formado por las fracciones medias y gruesas, junto con las finas ($0\text{-}5 \text{ mm}$; densidad $105\text{-}125 \text{ kg m}^3$) (Figura 1).



Figura 1. Sustrato usado en el experimento.

3.5.2.2 Trasplante

La realización de la labor fue de forma manual, se llenaron bolsas negras de polietileno de 15 litros con el sustrato perlita, y se acomodaron las macetas al azar (Figura 2). Las plantas evaluadas fueron cinco (repeticiones) para cada uno de los nueve tratamientos, sumando la cantidad de 45 macetas, consideradas como la unidad experimental, la superficie utilizada fue de 12 m². Es de señalar que al momento de trasplante se fueron regando las plantas inmediatamente, con el fin de disminuir al mínimo el estrés de las mismas al ser trasladadas de la ciudad de México.

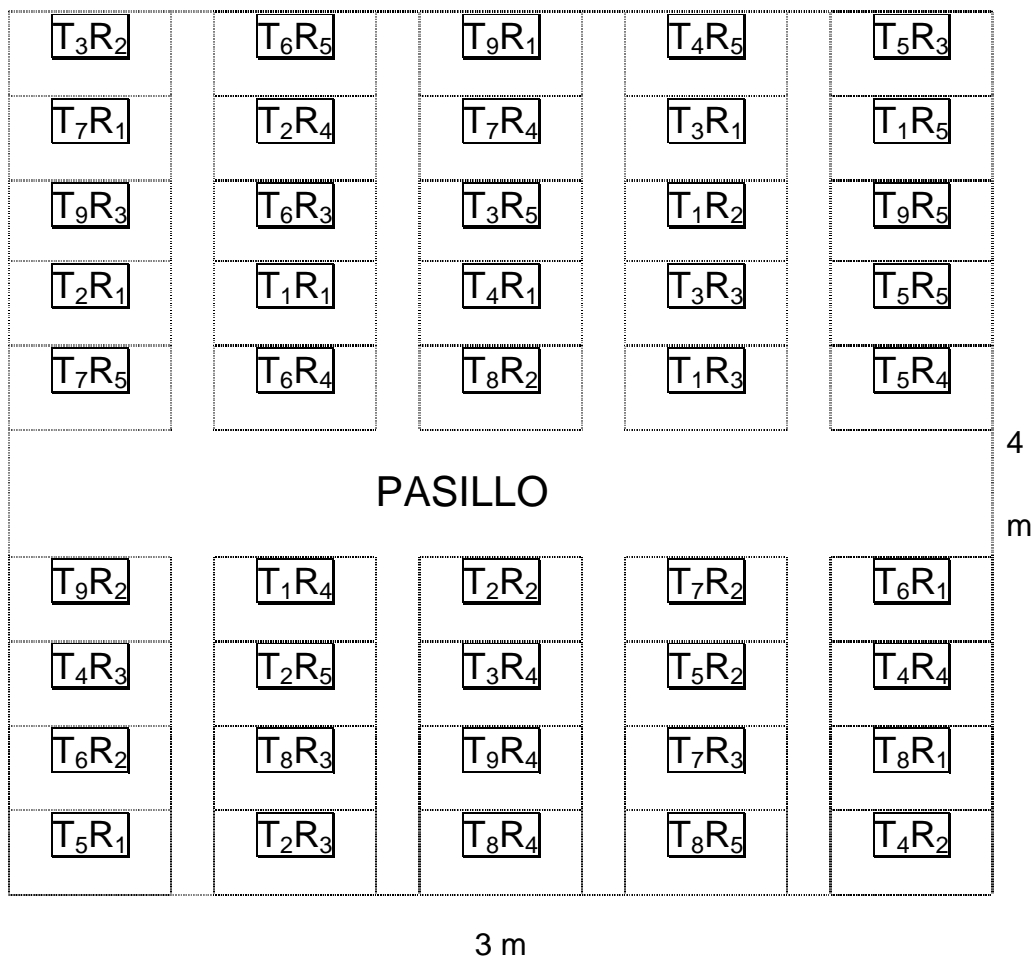


Figura 2. Croquis del experimento de investigación.

3.5.2.3 Control de fotoperiodo

A los 11 días posterior a la plantación, se proporcionó iluminación suplementaria al cultivo de las 9:00 pm a las 6:00 am por medio de focos de luz incandescentes de 100 watts, colocados a 1.3 m de distancia entre ellos y a una altura de 1.5 m con respecto al nivel de las macetas de cultivo. Después de este periodo, se aplicaron condiciones de noche larga hasta el final del experimento, para favorecer la inducción y desarrollo floral (Figura 3).



Figura 3. Aporte de luz para control de días largos.

3.5.2.4 Despunte

El “pinchado” de los esquejes se realizó a las 4 semanas después del trasplante, para favorecer la ramificación (en la variedad Indianápolis White se producen de cuatro a seis tallos por planta) (Figura 4).



Figura 4. Pinchado de esquejes de crisantemo.

3.5.2.5 Entutorado

En cada extremo de las filas se sembraron dos maderas con el propósito de que éstas sostuvieran la rafia. En seguida se amarraron tres niveles de rafia que sostuvieran los extremos de los brotes, ya que la planta de crisantemo por ser de tallos erecto es necesario realizar la labor entutorado para que nuestra flor no sufra daños mecánicos y esto repercuta en la calidad de la misma (Figura 5).



Figura 5. Método de Entutorado en la conducción del cultivo de crisantemo.

3.5.2.6 Riego

Se realizó de forma manual, cinco días después del trasplante se proporcionaron de uno a dos riegos diarios con la solución nutritiva correspondiente, posteriormente se realizó con una frecuencia de dos veces al día (150 mL) a las 9:00 am y 5:00 pm, destacando que se tomó en cuenta de acuerdo las necesidades fisiológicas de las plantas y en invierno se realizó un riego de 250 ml al día.

Las soluciones nutritivas del experimento, se prepararon con agua corriente de la llave usada en la institución a la cual se realizó el previo análisis en el laboratorio de análisis de suelo del CENID-RASPA (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de agua corriente (agua de la llave) utilizada para preparar las soluciones nutritivas.

pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	B	NO ₃ ⁻
	dS m ⁻¹	----- me L ⁻¹ -----					-----			mg L ⁻¹	
7.80	1.15	7.01	0.95	2.71	0.22	0.00	3.12	2.30	5.23	0.30	7.67

3.5.2.7 Plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo se realizó el manejo integrado de plagas y enfermedades, presentándose los siguientes: pulgón (*Myzus persicae*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). En cuanto a enfermedades tuvimos presencia de Roya (*Puccinia chrysanthemi*) debido a la compra de plántulas infectadas y se aplicaron preventivos (Figura 6). Se realizaron varias aplicaciones durante el ciclo del cultivo los cuales tuvieron como objetivo prevenir y controlar. La descripción del producto se describe en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Control químico de plagas y enfermedades durante el ciclo Invierno-Primavera.

Prod.	Dosis 2011	Dosis	Plaga o enfermedad
Cipermetrina	1 mL L ⁻¹	1.0 L ha ⁻¹	Mosquita blanca
Diazinón	1 mL L ⁻¹	1.0 L ha ⁻¹	Trips, mosquita blanca
Imidacloprid (Confidor)	1.5 mL L ⁻¹	0.35 L ha ⁻¹ de producto comercial formulado al 20%.	Mosquitas blancas y pulgones
Mancozeb	5 g L ⁻¹	1.5- 3 L ha ⁻¹	Mancha de la hoja- <i>Alternaria</i> Tizón de la hoja- <i>Alternaría dauci</i> Roya



Figura 6. Presencia de roya en esquejes de crisantemo.

3.5.3 Etapas de desarrollo y variables de respuesta evaluadas

La evaluación del efecto de los distintos tratamientos se realizó aplicando el mismo tratamiento durante todo el ciclo de cultivo, pero las variables de respuesta se midieron al final de cada una de tres etapas de desarrollo del cultivo,

consideradas como puntos de transición importantes en la vida de la planta de crisantemo. Las tomas de muestra se realizaron cada 15 días, pero para el análisis estadístico de las variables se tomó la última fecha.

a) **Etapa vegetativa.**

- **Longitud del tallo:** se midió a partir del punto de ramificación cerca del suelo hasta la base de la inflorescencia (Figura 7).



Figura 7. Procedimiento utilizado en la medición de longitud de brote.

- **Diámetro del tallo:** Se midió tres centímetros después del corte de la flor con la ayuda de un vernier (Figura 8).



Figura 8. Representación de la medición del diámetro del tallo.

b) Etapa reproductiva.

- **Diámetro de inflorescencia:**

- **Diámetro polar.**
- **Diámetro ecuatorial.**

Se busco que cada uno de los tallos florales por cada tratamiento estuviera en un punto de corte óptimo (inflorescencia parcialmente abierta). Se midió con un vernier el diámetro polar y ecuatorial alcanzado. Se obtuvo una flor por tallo (Figura 9).

Calidad: Los parámetros de calidad fueron: número de hojas, longitud y diámetro de tallo (cm) e inflorescencia (cm).



Figura 9. Medición del diámetro polar y ecuatorial.

c) **Poscosecha.**

- **Vida en florero:** Promedio de brotes por cada unidad experimental. Se colocaron en floreros de vidrio conteniendo 1 litro de agua corriente (la misma que se utilizó para la preparación de las soluciones nutritivas) y 1.4 mL de vinagre casero. Se consideró la muerte de la flor cuando ocurrió la pérdida de la turgencia de los pétalos de tal manera que se observaban flácidos, arrugados y caídos de su posición normal. La temperatura promedio del laboratorio fue de 20-25 °C y la iluminación fue con focos fluorescentes. Esta parte de la investigación se llevó a cabo en el laboratorio del departamento de horticultura (Figura 10).



Figura 10. Vida en florero (izquierda) y muerte de flor (derecha).

d) **Otras variables evaluadas.**

Materia fresca de las plantas evaluadas.

- **Peso fresco de biomasa aérea:** Promedio de los brotes por cada planta experimental, ésta se realizó al momento de la cosecha con una báscula analítica.

Materia seca de las plantas evaluadas.

- **Peso seco de raíces:** en el momento de hacer el muestreo se separó la raíz del resto de la planta y se llevó al laboratorio. Posteriormente se colocaron las raíces en bolsas de papel y se pusieron en una estufa a 75 °C durante 48 horas. Una vez cumplido éste tiempo y el material se presentaba totalmente seco, se pesaron en la balanza semi-analítica.
- **Peso seco de biomasa aérea:** promedio de los brotes por cada unidad experimental. Se realizó el mismo procedimiento efectuado a las raíces, con excepción del aumento del tiempo en la estufa.

3.5.3.1 Análisis estadístico de los datos

Los datos obtenidos en las distintas variables, se analizaron estadísticamente a través de un análisis de varianza y prueba de medias de Tukey (α : 0.05), mediante el paquete computacional SAS (Statistical Analysis System) versión 9.2.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Etapa vegetativa

4.1.1 Longitud de tallo

El análisis de varianza para la variable longitud de tallo, no mostro diferencia estadística significativa para los factores de estudio y así como también su interacción.

Para el cuadro de medias del factor nitrógeno, el tratamiento que sobresalió fue el de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ con un valor de 75.627 cm; en cambio, el tratamiento que arrojó el valor más bajo respecto a la longitud del tallo fue para la concentración de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ con 67.340 cm (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores promedio de longitud de tallo del cultivo de crisantemo por efecto de la concentración de NO₃⁻ en la solución nutritiva †.

Tratamiento me L ⁻¹ NO ₃ ⁻	Longitud de tallo (cm)
9	69.400 ab
12	75.627 a
15	67.340 b

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

Finalmente en el cuadro de medias para el factor potasio, el tratamiento que sobresalió fue para la concentración de 5 me L⁻¹ de K⁺ con un valor medio de 71.947 cm. En cambio, el tratamiento que arrojó el valor menor, fue la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺, ya que redujo de forma considerable la altura de las plantas presentando solamente 70.333 cm (Cuadro 11).

Cuadro 11. Valores promedio de longitud de tallo del cultivo de crisantemo por efecto de la concentración de K^+ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento	Longitud de tallo
Me L ⁻¹ K ⁺	(cm)
5	71.947 a
7	70.087 a
9	70.333 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

Valores seguidos de letras iguales significa no diferencias estadísticas ($\alpha= 0.05$).

En el análisis estadístico se puede apreciar que ambos nutrientes de potasio y nitrógeno, no pueden ser usados en las concentraciones evaluadas en cultivos hidropónicos, debido a que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los distintos niveles, sin embargo, es necesario tomar en cuenta la mínima variación que se puede reflejar en cuanto a la calidad del crisantemo. Estos resultados concuerdan con Bugarín y *et al.*, (1998), al no encontrar diferencia en altura con los siguientes niveles de nitratos (10.5 y 13.5 me L⁻¹).

En la comparación de medias los resultados muestran que en la concentración de 12 me L⁻¹ de NO_3^- se obtuvo la mayor altura, en comparación con el de 15, es un factor considerable que indica la importancia de aplicar los fertilizantes de forma racional, ya que las plantas tienen un límite de absorción la cual si aplicamos en exceso lo único que se logrará es causar un desajuste tanto en la planta como en los gastos de producción, como también lo refleja el trabajo realizado por Rodríguez *et al.*, (2009), al evaluar distintos niveles de nitrógeno y potasio en el crecimiento y floración de freesia (*Freesia x Hybrida*), los cuales obtuvieron mejores efectos al incrementar la dosis de nitrógeno al punto óptimo (400 g m³), sin llegar a una aportación excesiva (600 g m³).

Para el factor potasio, los niveles 7 y 9 me L⁻¹ tuvieron el mismo comportamiento en cuanto a longitud del brote, este efecto se refleja que la mayor

absorción durante la etapa vegetativa es de nitrógeno, sin dejar por un lado la importancia que tiene el potasio durante las etapas subsecuentes a ésta como es el caso de la floración, como lo menciona Arbos (1992), que durante los primeros 80 días después del trasplante las plantas crecen rápidamente razón por la cual se requieren significativas cantidades de nitrógeno, a diferencia de los últimos 20 días, en los cuales sólo se desarrolla la inflorescencia y los nutrimentos se transportan a este órgano a partir de las hojas.

En el caso de la altura de la planta, ésta es muy importante, pues las flores cortadas son seleccionadas y clasificadas en función de la longitud del tallo, tamaño de la flor y otras características (Arbos, 1992). Así, mientras mayor longitud posee el tallo, la flor cortada tiene mayor preferencia para su venta, debido a que durante el trayecto de su comercialización (productor-florista-consumidor), la base del tallo puede ser recortada a la necesidad requerida (Flores, 2005).

Refiriéndonos al Cuadro 1 de la revisión de literatura de este documento, relativo a los grados de calidad estándar que hace la Sociedad Americana de Floristas (SAF, 2002), podemos concluir que el crisantemo variedad Indianápolis White, en cuanto a longitud de brote para el factor nitrógeno se cataloga dentro del grado de calidad corto, sin embargo, se acerca al grado estándar y fino (75.627 cm). Mientras que para el factor potasio obtuvo el grado de corto. Es necesario mencionar que durante el experimento se obtuvieron tallos con más de 96.3 cm, pero disminuyó al realizar las medias.

4.1.2 Diámetro del tallo

Para el análisis de varianza, los tratamientos evaluados para ésta variable, no presentaron diferencia estadística significativa para los factores de estudio y su interacción.

En el cuadro de medias para el factor nitrógeno, en la variable diámetro del tallo, el valor que sobresalió correspondió a la concentración de 15 me L^{-1} de NO_3^-

, presentando como valor 12.947 mm, mientras que, el tallo de menor valor lo obtuvo la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ con 9.880 mm (Cuadro 12).

Cuadro 12. Valores promedio del diámetro del tallo por efecto de la concentración de NO₃⁻ en la solución nutritiva del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento me L⁻¹ NO₃⁻	Diámetro del tallo (mm)
9	10.013 a
12	9.880 a
15	12.947 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

Medias con la misma lateral son estadísticamente iguales ($\alpha= 0.05$).

Sin embargo, en el cuadro de medias del factor potasio de la variable en estudio, la concentración que sobresalió fue la de 7 me L⁻¹ de K⁺ con un valor de 13.493 mm. En último lugar tenemos a la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺ con el valor más bajo de 9.327 mm (Cuadro 13).

Cuadro 13. Valores promedio del diámetro del tallo del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de K⁺ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento me L⁻¹ K⁺	Diámetro del tallo (mm)
5	10.020 a
7	13.493 a
9	9.327 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales ($\alpha= 0.05$).

En la comparación de medias se puede observar la importancia de considerar la concentración de los elementos nutritivos aportados al cultivo. En este caso al usar la concentración de 15 me L^{-1} se logró incrementar el diámetro del tallo de la planta de crisantemo. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Bugarín (1998), donde evaluó dos niveles de concentraciones de NO_3^- con 10.5 y 13.5 me L^{-1} en el cultivo de crisantemo, donde no encontró diferencia estadística significativa, sin embargo en el cuadro de medias podemos encontrar que se puede analizar el tallo que obtuvo el valor más alto, lo cual permite comprender qué cantidad aplicarle para obtener plantas con mayor diámetro de brote. También es necesario mencionar que la concentración de 15 me L^{-1} nos proporcionó el diámetro de la flor más pequeña por lo cual se debe evitar la mayor cantidad de nitrógeno.

El diámetro del tallo se pudo observar que con el término medio de concentración fue el que tuvo el valor más alto, esto indica la importancia en el buen uso de las soluciones nutritivas, ya que las mejores respuestas no tuvieron relación con las altas o bajas concentraciones. Por lo tanto, para tener un buen resultado en cuanto a cumplir los estándares de calidad, debemos tomar en cuenta el suplir lo necesario sin aumentar los costos de producción, como lo menciona Carillo (2009), que los aspectos externos como la estructura (forma y tamaño de tallos y hojas), entre otros, son parámetros externos que forman parte del concepto calidad en crisantemo.

En relación con el diámetro del tallo, el valor que osciló de 12.9 a 13.4 mm tanto de nitratos como de potasio, esto nos asegura mayor consistencia del tallo para el soporte de la flor y consecuentemente la preferencia del consumidor.

4.2 Etapa reproductiva

4.2.1 Diámetro de inflorescencia

4.2.1.1 Diámetro polar

Para la variable diámetro polar de inflorescencia, solo se presentó diferencia altamente significativa al 0.01 para nitrógeno.

En la comparación de medias del factor nitrógeno, la concentración que sobresalió fue el de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ con un valor de 117.833 mm. En cambio, el tratamiento que obtuvo el valor más bajo respecto al diámetro polar de la inflorescencia fue para la concentración de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ con 96.953 mm. (Cuadro 14).

Cuadro 14. Valores medios para el diámetro polar de la inflorescencia por efecto de los diferentes niveles de NO₃⁻ en la solución nutritiva en el cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento me L ⁻¹ NO ₃ ⁻	Diámetro polar (mm)
9	102.087 a
12	117.833 a
15	96.953 b

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

En el cuadro de medias para el factor potasio para la variable en estudio, la concentración que sobresalió corresponde a la de 5 me L⁻¹ de K⁺ con valor de 113.380 mm. De forma contraria, el tratamiento que obtuvo el valor bajo, fue para la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺ con un valor de 101.893 mm (Cuadro 15).

Cuadro 15. Valores medios del diámetro polar de la inflorescencia del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de los diferentes niveles de K^+ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento	Diámetro polar
me L⁻¹ K⁺	(mm)
5	113.380 a
7	101.893 a
9	102.500 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Valores seguidos de letras iguales significa no diferencias estadísticas ($\alpha= 0.05$).

4.2.1.2 Diámetro ecuatorial

Para la variable diámetro ecuatorial de la inflorescencia (mm), en el análisis de varianza, se encontró diferencia altamente significativa al 0.01 de probabilidad para los tratamientos estudiados, pero en su interacción no mostraron diferencia.

Referente al cuadro de medias del factor nitrógeno de la variable diámetro ecuatorial de la inflorescencia, de forma similar al diámetro polar, la concentración más alta fue lograda por 12 me L⁻¹ de NO_3^- , mostrando un valor de 100.213 mm, mientras que el tratamiento que presentó el valor más bajo respecto a la variable, fue para la concentración de 15 me L⁻¹ de NO_3^- con un valor de 92.027 mm (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valores medios del diámetro ecuatorial de la inflorescencia por efecto de los diferentes niveles de NO_3^- en la solución nutritiva en el cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial
me L⁻¹ NO₃⁻	(mm)
9	100.213 b
12	113.753 a
15	92.027 b

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

Asimismo, para el cuadro de medias correspondiente al factor potasio, el diámetro ecuatorial reflejo la misma tendencia que el diámetro polar al tener a la concentración de 5 me L⁻¹ de K⁺ con un valor de 108.267 mm. Con respecto al nivel de K⁺ que obtuvo el valor más bajo se le atribuye a la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺ el cual arrojó un valor de 98.227 mm. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Valores medios del diámetro ecuatorial de la inflorescencia del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de K⁺ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial
me L⁻¹ K⁺	(mm)
5	108.267 a
7	99.500 a
9	98.227 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales ($\alpha= 0.05$).

En cuanto a la comparación de medias, también se puede apreciar claramente el mismo comportamiento en ambas variables, ya que la concentración sobresaliente para ambas fue 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 5 me L⁻¹ para potasio K⁺, lo cual concuerda con el vigor excepcional observado durante el cultivo y de la misma manera, los valores más bajos para ambas variables de estudio fueron las concentraciones de 15 me L⁻¹ NO₃⁻ y 9 me L⁻¹ para K⁺. Esto difiere de lo citado por Arbos (1992), quien menciona que el crisantemo requiere altas concentraciones de N durante las primeras 7 semanas de crecimiento, ya que si durante ese periodo existe una deficiencia de éste, no se obtendrán flores de calidad; aún con aplicaciones posteriores del elemento, no se logrará recuperar la calidad de la flor. Esta afirmación no lo vimos reflejado en el experimento, debido a que para obtener un mayor diámetro no fue necesario aplicar cantidades altas de nitrógeno.

De manera similar los resultados obtenidos difieren de lo encontrado por Bugarín, *et al.*, (1998), donde de forma parecida se evaluó la relación

amonio/nitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo, al realizar la comparación de los dos niveles de nitratos usados (10.5 y 13.5 me L⁻¹), las tres variedades utilizadas (Puma, Funflower e Improved Funshine) exhibieron inflorescencias de diámetro pequeño, y aún cuando el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas de la variedad puma contra las otras variedades, por lo tanto las catalogó que no eran de gran impacto en la producción comercial.

Refiriéndonos al Cuadro 1 de la revisión de literatura de este documento, relativo a los grados de calidad estándar que hace la Sociedad Americana de Floristas (SAF, 2002), podemos concluir que el crisantemo variedad Indianápolis White, cosechado parcialmente abierto y para el tratamiento sobresaliente de 12 me L⁻¹ de nitratos y 5 me L⁻¹ de potasio en ambas variables (diámetro ecuatorial y diámetro polar) tiene un grado de calidad corto, sin embargo es necesario mencionar que al momento del corte tenían un valor de 11.7 mm para nitratos y 11.3 mm para potasio (Figura 11) acercándose al grado estándar, que finalmente lo logró al aumentar el diámetro durante la vida en florero. No obstante, también es necesario mencionar que la clasificación está hecha para crisantemo estándar completamente abierto, mientras que en éste trabajo de investigación, de cada unidad experimental (planta), obtuvimos aproximadamente tres tallos al realizar el desbotonado y esto disminuyó el diámetro de la flor, ya que la capacidad y energía de la planta obtenida por los nutrimentos se repartió para cada brote, por lo tanto podemos decir que al dejar un solo brote se pueden obtener flores de mejor calidad, o al utilizar el tipo de manejo de esta investigación obtendremos altos valores de producción al obtener más tallos por planta con las características observadas en esta investigación.

El estado de completa apertura del botón floral sería para el caso de las flores un indicador de la madurez comercial, la cual en sí es difícil determinar, ya que corresponden a atributos subjetivos y específicos, dependientes de los gustos de los consumidores y del segmento al cual va dirigido el producto. En términos generales, el tamaño y la forma del botón o la vara floral corresponden a un índice

importante de la madurez comercial en los productos ornamentales (Carrillo, 2009).



Figura 11. Punto de corte para determinar la calidad comercial en crisantemo variedad Indianápolis White.

4.3 Poscosecha

4.3.1 Vida en florero

En el análisis de varianza, para la variable vida en florero, no se encontró diferencia estadística significativa para los factores estudiados y en su interacción.

Los resultados del cuadro de medias referente al factor nitrógeno de la variable vida en florero, mostraron la concentración sobresaliente corresponde al nivel de 9 me L⁻¹ de NO₃⁻, mostrando un valor de 8.733 días. Mientras que la concentración que presentó el valor menor respecto a la variable, fue para la concentración de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ con un valor de 6.467 días. (Cuadro 18).

Cuadro 18. Valores medios de vida en florero, por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento	Vida en florero
me L⁻¹ NO₃⁻	(días)
9	8.733 a
12	7.667 a
15	6.467 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

Para el cuadro de medias correspondiente al factor potasio de la variable en estudio, el factor que sobresalió fue la concentración de 7 me L⁻¹ de K⁺ con un valor de 8.867 días. Con respecto al tratamiento que obtuvo el valor más bajo se le atribuye a la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺ el cual arrojó un valor de 6.667 días. (Cuadro 19).

Cuadro 19. Valores medios de la variable vida en florero del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de los diferentes niveles de K⁺ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento	Vida en florero
me L⁻¹ K⁺	(días)
5	7.333 a
7	8.867 a
9	6.667 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales ($\alpha= 0.05$).

La vida de florero no resultó afectada significativamente por los niveles evaluados de nitrógeno y potasio de la solución nutritiva, sin embargo, en la comparación de medias del factor nitrógeno, se puede observar que la calidad de

la planta tiene que ver con la fertilización nitrogenada que ésta haya recibido, puesto que con exceso de nitrógeno se reduce la vida de florero; por tanto, es beneficioso que se retire completamente la fertilización en las dos últimas semanas de floración (Sánchez, 1998). Lo citado por este autor concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, debido a que el valor medio más bajo respecto a vida en florero fue para la concentración más alta que es 15 me L^{-1} de nitrógeno, por lo tanto, el exceso en fertilización nitrogenada disminuye la vida de florero y representa un gasto innecesario de fertilizantes para el productor.

Los resultados de la presente investigación concuerdan con lo citado por Arbos (1992), quien menciona que al presentarse deficiencia de nitrógeno se logra un aumento en la vida de florero, mientras que una deficiencia en potasio la disminuye los días en florero y esto fue notorio al obtener los valores más altos para las concentraciones de 9 me L^{-1} para NO_3^- y 7 me L^{-1} para K^+ .

El punto de corte también influyó en los días de vida en florero, por lo tanto se corrobora lo planteado por Carrillo (2009), quien evaluó tres niveles de concentraciones de la solución nutritiva Steiner, al encontrar que las flores cosechadas cuando el diámetro de inflorescencia tenían 11.1 y 12 cm (punto de corte 5), tuvieron una menor vida de florero.

4.4 Otras variables evaluadas

4.4.1 Peso fresco total de biomasa aérea

Para el peso fresco total de la biomasa aérea, no se encontró diferencia significativa para los factores en estudio y así como en su interacción.

Para el cuadro de medias del factor nitrógeno, el valor más alto lo obtuvo la concentración de 12 me L^{-1} de NO_3^- con un valor de 171.58 g. En cambio, la concentración que arrojó el valor más bajo respecto al peso fresco total de biomasa aérea correspondió a 15 me L^{-1} de NO_3^- con 123.53 g (Cuadro 20).

Cuadro 20. Valores promedio del peso fresco de biomasa aérea por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva del crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento	Peso fresco de biomasa aérea
me L⁻¹ NO₃⁻	(g)
9	159.60 ab
12	171.58 a
15	123.53 b

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

Por otro lado, el cuadro de medias del factor potasio, la concentración que sobresalió fue 5 me L⁻¹ de K⁺ con un valor de 162.49 g. En cambio, la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺ obtuvo el valor más bajo con 143.62 g (Cuadro 21).

Cuadro 21. Valores medios de la variable peso fresco total de biomasa aérea cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de los diferentes niveles de K⁺ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento	Peso fresco total de biomasa aérea
me L⁻¹ K⁺	(g)
5	162.49 a
7	148.60 a
9	143.62 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

† Valores seguidos de letras iguales significa no diferencias estadísticas ($\alpha= 0.05$).

Los resultados muestran que hubo mayor producción de biomasa fresca aérea por la concentración de 12 me L⁻¹ de NO_3^- , que nos refleja que no necesariamente en el incremento del nitrógeno obtendremos el mayor aprovechamiento en cuanto a la parte aérea de la planta, lo importante es aportar

lo que la planta necesita para cumplir sus funciones y por tanto, esto concuerda con lo señalado por Tisdale y Nelson (1980) quienes mencionan que cuando el nitrógeno esta en cantidades adecuadas, y las condiciones son favorables para el crecimiento las plantas resultan más succulentas y en consecuencia mayor peso.

Mientras que para potasio la concentración de 5 me L⁻¹ obtuvo el mayor peso de biomasa aérea, esto difiere de lo estudiado por Mollenhauer (2002), quien evaluó distintas dosis de fertilización potásica equivalentes a 0, 75, 150, 225 y 350 kg K₂O ha⁻¹ en el cultivo de tulipán obteniendo como resultado que el incremento en concentración de este elemento se obtuvo que mejores y máximas acumulaciones de producción de materia seca en el cultivo, mientras que en las concentraciones menores dieron como resultado menor producción de materia seca.

4.4.2 Peso seco total de biomasa aérea

En el análisis de varianza, para la variable correspondiente al peso seco total de biomasa aérea, no se encontró diferencia estadística significativa para los factores estudiados y en su interacción.

Los resultados del cuadro de medias referente al factor nitrógeno de la variable mostraron que el valor sobresaliente lo representa la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻, mostrando un valor de 40.293 g. Mientras que el factor con el valor menor respecto a la variable, fue la concentración de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ con un valor de 30.880 g (Cuadro 22).

Cuadro 22. Valores promedio del peso seco total de biomasa aérea cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de NO_3^- en la solución nutritiva. †.

Tratamiento	Peso seco total
me L⁻¹ NO₃⁻	(g)
9	37.780 a
12	40.293 a
15	30.880 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

Para el cuadro de medias correspondiente al factor potasio de la variable en estudio, el factor que sobresalió fue la concentración de 5 me L⁻¹ de K⁺ con un valor medio de 40.413 g. Con respecto al factor que obtuvo el valor más bajo se le obtuvo la concentración de 9 me L⁻¹ de K⁺ el cual arrojó un valor de 33.967 g (Cuadro 23).

Cuadro 23. Valores promedio del peso seco total de biomasa aérea por efecto de la concentración de K⁺ en la solución nutritiva del cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento	Peso seco total
me L⁻¹ K⁺	(g)
5	40.413 a
7	34.573 a
9	33.967 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma literal son estadísticamente iguales ($\alpha= 0.05$).

La biomasa aérea total, en términos de peso seco fue mayor con el nivel intermedio de nitrato (12 me L⁻¹), mientras que la concentración más baja correspondió al incremento de nitrato (15 me L⁻¹). Trabajos similares como el mencionado por Bugarín (1998), al estudiar distintos niveles de concentración de

amonio/nitrato en el cultivo de crisantemo, reportó que obtuvo mejores resultados con altos niveles de nitrógeno resultando así una mayor fue la acumulación de materia seca total: tallo, hojas, brotes laterales e inflorescencias.

En la comparación de medias para el factor potasio para la variable peso seco fue mayor con el nivel más bajo de potasio, es decir, a mayor concentración de potasio, mayor fue la acumulación de materia seca total.

En la comparación de medias podemos notar la importancia de realizar el aporte adecuado de los elementos, aunque no se obtuvo significancia en la interacción nitrato-potasio sería necesario mencionar que un buen ajuste en la aportación de los elementos puede asegurarnos una buena calidad.

4.4.3 Peso seco de raíces

El análisis de varianza para la variable correspondiente al peso seco de raíces no presentó diferencia estadística significativa para los factores de estudio y en su interacción.

Para el cuadro de medias del factor nitrógeno, la concentración que sobresalió fue la de 9 me L⁻¹ de NO₃⁻ con un valor de 18.353 g, en cambio, la concentración que obtuvo el valor medio bajo respecto al peso seco de raíces fue para el nivel de 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ con 16.500 g. (Cuadro 24).

Cuadro 24. Valores medios del peso seco de raíces cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White por efecto de la concentración de NO₃⁻ en la solución nutritiva. †.

Tratamiento me L ⁻¹ NO ₃ ⁻	Peso seco de raíces (g)
9	18.353 a
12	17.773 a
15	16.500 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente ($\alpha= 0.05$).

Finalmente en el cuadro de medias del factor potasio para la variable en estudio, la concentración de 5 me L⁻¹ de K⁺ sobresalió en comparación con los demás factores obteniendo un valor de 18.927 g. De forma contraria, el factor que obtuvo el valor medio bajo, fue la concentración de 7 me L⁻¹ de K⁺ con un valor de 16.667 g (Cuadro 25).

Cuadro 25. Valores medios del peso seco de raíces por efecto de los diferentes niveles de K⁺ en la solución nutritiva en el cultivo de crisantemo variedad Indianápolis White. †.

Tratamiento	Peso seco de raíces
me L ⁻¹ K ⁺	(g)
5	18.927 a
7	16.667 a
9	17.033 a

† Cada dato es el promedio de 5 repeticiones.

* Valores seguidos de letras iguales significa no diferencias estadísticas ($\alpha= 0.05$).

El nitrógeno evaluado en ésta variable a pesar de que no hubieron diferencias significativas, podemos ver claramente que el mayor peso lo obtuvo la menor concentración (9 me L⁻¹ de NO₃⁻), aunque pudiera verse como tal que el nitrógeno no forma parte en la formación de raíces, pero sin embargo, sí participa solo que su función muchas veces radica más clara en la parte vegetativa, por lo tanto es indispensable tener un control en la aplicación, ya que si no ponemos énfasis en éste punto ocurre lo señalado por Arbos (1992), quien menciona que el exceso de nitrógeno produce un mal desarrollo de raíces.

Por otro lado, aunque el potasio favorece la formación de vasos xilemáticos más grandes y distribuidos de manera más uniforme en todo el sistema radical y estimula el crecimiento de la raíz (Guzmán, 2004), es necesario señalar que un exceso de éstas puede contrarrestar las cantidades aplicadas de nitrógeno, que en cuyo caso la planta puede darse el consumo de lujo, causando un gasto innecesario para el productor.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados y discusión tanto de la etapa vegetativa, etapa reproductiva y poscosecha, se llegó a las siguientes conclusiones:

Etapa vegetativa

Para la variable longitud del tallo del factor nitrógeno en la solución nutritiva Steiner la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ produjo los mejores tallos de calidad comercial, dentro del grado de la calidad corto, quedando asociada con la calidad estándar o fino. Para el factor potasio la concentración de 5 me L⁻¹ también se acercó al grado de la calidad estándar.

La concentración 15 me L⁻¹ de NO₃⁻ en la solución Steiner mostró el mayor diámetro del tallo y para el potasio con 7 me L⁻¹ mostró excelentes resultados.

Etapa reproductiva

Respecto al diámetro de inflorescencia con 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ produjo el mayor diámetro polar y ecuatorial, para el potasio el nivel más destacado fue obtenido en 5 me L⁻¹ tanto en el diámetro polar como en el ecuatorial.

Poscosecha

La vida en florero fue mayor con la concentración de 9 me L⁻¹ para NO₃⁻, mientras que la concentración con 7 me L⁻¹ de K⁺ la vida en florero fue mayor.

Otras variables evaluadas

En el peso fresco total de biomasa aérea la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ fue mayor, y para el potasio lo obtuvo la concentración de 5 me L⁻¹. Respecto al peso seco de raíces el que sobresalió fue 9 me L⁻¹ de NO₃⁻, mientras

que para potasio la concentración de 5 me L⁻¹. El peso seco total de biomasa aérea estuvo representado por la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻, para el potasio el nivel más destacado fue obtenido en 5 me L⁻¹.

La interacción de los factores en estudio no arrojó ninguna diferencia estadística significativa en las variables estudiadas.

De acuerdo con lo anterior, la Hipótesis que anuncia “El incremento en la concentración de 12 me L⁻¹ de NO₃⁻ y 7 me L⁻¹ de K⁺ en la solución nutritiva mejora las características de calidad durante la producción y poscosecha del crisantemo” **se acepta parcialmente**, pues en la mayoría de las variables evaluadas los mejores resultados se obtuvieron dentro de éstos niveles.

5.1 Recomendaciones

Para trabajos subsecuentes es recomendable desarrollarlo durante el ciclo primavera-verano, esto debido a que las temperaturas pueden influir en los resultados.

En cuanto a manejo de cultivo sería importante mencionar que es necesario realizar las labores en el tiempo requerido, ya que un retraso en cuanto a lo demandado por la planta puede repercutir en el periodo de cosecha y por lo tanto se verá reflejado en la calidad de las flores a obtener, tal es el caso del pinzamiento y el buen manejo del fotoperiodo.

VI. LITERATURA CITADA

- Agenda de Innovación Tecnológica 2010. Análisis estratégico de transferencia de tecnología e innovación en las cadenas prioritarias para el Estado de Puebla. Fundación Produce Puebla A. C. Puebla, México. 269 p.
- Arbos, A. M. 1992. El crisantemo. Cultivo, multiplicación y enfermedades. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. España. 170 p.
- Arnold, F. 1985. Fertilizantes y fertilización. Editorial Reverté, S. A. Barcelona. 390 p.
- Bautista, M. N., Alvarado, L. J., Chavarín, P. J. C. y Sánchez, A. H. 2002. Manejo fitosanitario de ornamentales. Instituto de fitosanidad. Colegio de postgraduados. México. 237 p.
- Bugarín, M. R., Baaca, C. G. A., Martínez, H. J., Tirado, T. J. L. y Martínez, G. A. 1998. Amonio/nitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo. I. Crecimiento y floración. TERRA Latinoamericana. 16:113-124.
- Cadahia, L. C. 1998. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales. Mundi-prensa. 475 p.
- Camacho, F. F. y *et al.* 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 1. Instituto de Cajamar. Almería . España. 373 p.
- Carrillo, L. L. M. 2009. Efecto de la solución nutritiva Steiner en la calidad y vida de florero de crisantemo. Tesis postgrado. Maestro en ciencias. Colegio de postgraduados, Instituto de enseñanza e investigación en ciencia agrícolas-campus montecillo. Texcoco, México. 103 p.
- Chalate, M. H., San Juan, H. R., Diego, L. G. y Ponciano, P. H. 2008. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva horticultura ornamental en el estado de Veracruz. FUNPROVER A. C. (Fundación Produce Veracruz). Colegio de Postgraduados. Veracruz. 105 p.
- CNA, 2000. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte y Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila. 12 p.
- Domínguez, V. A. 1978. Abonos minerales. Ministerio de agricultura. Madrid, España. Quinta edición. 421 p.
- Favela, Ch. E., Preciado, R. P. y Benavides, M. A. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad Laguna. Coahuila, México. 146 p.

- Flores, R. J. S., Becerril, R. A. E., González, H. V. A., Tijerina, Ch, L. y Vásquez, R. T. 2005. Crecimiento vegetativo y floral del crisantemo [*Dendranthema x grandiflorum* (Ramat) Kitamura] en respuesta a la presión osmótica de la solución nutritiva. Revista Chapingo. Serie horticultura. 11:241-249.
- García, F. J. y García, C. R. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. Editorial Aedos. Barcelona, España. 245 p.
- Gros, A. y Domínguez V. A. 1981. Abonos minerales. Quinta edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España.
- Gros, A. y Domínguez V. A. 1981. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Séptima edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España. 559 p.
- Guzmán, O. M. 2004. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. Editores Limusa. México. 365 p.
- Larson, A. R. 2004. Introducción a la floricultura. Editorial AGT, S. A. Tercera reimpresión. México, DF. 551 p.
- Machin, B. y Scopes, N. 1982. Chrysanthemums Year-Round Growing. Blandford Press poole Dorset. England. 233 p.
- Miranda, V. I. y Hernández, J. O. 1999. Hidroponía. Serie de publicaciones AGRIBOT No. 2. México. 70 p.
- Miranda, V. I., Gil, V. I., Bastida, T. A., Reyes, R. D. S., Hernández, O. J., Morales, P. J., y Flores, E. G. 2004. Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero. Serie de publicaciones AGRIBOT. Universidad Autónoma Chapingo. México. 308 p.
- Mollenhauer, Y. C. J. 2002. Determinación de los parámetros necesarios para la demanda potásica del cultivo del tulipán. Tesis licenciado en agronomía. (*Tulipa sp.*). universidad Austral de Chile. Chile. 89 p.
- Morales, P. J. T. 2005. Introducción a la hidroponía. Serie de publicaciones Agribot. Universidad autónoma Chapingo. México.
- Reid, S. M. and Dodge, L. 2002. Postharvest Quality in Crisanthemum. In: Postharvest Technology Research Information Center. Department of Environmental Horticulture. University of California, Davis, CA. 2002.
- Resh, H. M. 2001. Cultivo hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 5ª edición. 558 p.
- Rimache, A. M. 2009. Floricultura cultivo y comercialización. Editorial Starbook. Madrid. España. 251 p.

- Rodríguez, J. J. M., Andrade, R. M., Ayala, H. J. J. Alía, T. I., López, M. V. y Pérez, A. G. A. 2009. Nitrógeno y potasio en el crecimiento y floración de freesia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. In: Memorias XIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A. C. 17-21 de agosto. Torreón, Coahuila, México. 223 p.
- SAF, 2002. Postharvest Quality in Chrysanthemum. In: Postharvest Technology Research Information Center. Department of Environmental Horticulture. University of California, Davis, CA. Consulta electrónica: <http://www.safnow.org>. Fecha de recepción: Noviembre 2011.
- Salunkhe, D. K.; N. R. Bhatt and B. B. Desai. 1990. Postharvest Biotechnology of Flowers and Ornamental Plants. Naya Prokash, India. 390 p.
- Sánchez, C. F. 1978. Hidroponía. Estudio de un sistema de producción agrícola. Chapingo México. 212 p.
- Sánchez, Z. S. A. 1998. Evaluación de la producción de seis cultivares de crisantemo (*Dendranthema x grandiflorum* Kitamura) en macetero. Tesis licenciatura. Zamorano Departamento de Horticultura. Honduras. 58 p.
- Santamaría, Z. A. 1990. Respuesta del cultivo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. Indianápolis White) a la fertilización potásica. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil. 15: 134-154.
- Steiner, A. A. 1968. Soilles culture. In proceedings of the 6 th colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy. 324-342.
- Steiner, A. A. 1973. The Selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. Pp. 43-53. In: Proceeding 3 rd International Congress on Soilles Culture. Wagening, The Netherlands.43-54.
- Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. In: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlands. 633-649.
- Steiner, A. A. y H. van Widen. 1970. Récipe for ferric salts of ethylenediaminetetraacetic acid. Plant Physiol. 46: 862-863.
- Thompson, L. M. y Federic R. T. 1980. Los suelos y su fertilidad. Cuarta edición más cerca. Editorial Reverté, S.A. España. 649 p.
- Tisdale, S. L. y Nelson, W. L. 1982. Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. Editorial Unión Tipográfica. México. 760 p.

- Urrestarazu, G. M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Tercera edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España. 914 p.
- Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. 2ª ed. Ediciones Mundi prensa. Madrid. España. 310 p.
- Zamudio, G. B. 2008. Manejo de la nutrición de cultivos ornamentales. Inifap estado de México. XI Congreso Ecuatoriano de ciencias del suelo. 29-31 de octubre. Quito, Ecuador. Fecha de recepción: Diciembre 2011.