

10
2e1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"

RESPUESTA DEL CRISANTEMO Chrysanthemum morifolium
A TRES NIVELES DE CONCENTRACION DE SALES EN
UN SISTEMA HIDROPONICO DE PRODUCCION.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
PONCIANO AGUILAR VAZQUEZ
RODOLFO HURTADO JARA
Director de Tesis
M. C. LUIS RICARDO CAZAREZ GARCIA





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

	Pag.
INDICE DE CUADROS.....	1
RESUMEN.....	iv
I INTRODUCCION.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.2 HIPOTESIS.....	4
2 REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.1.1 Técnica de hidroponia en grava.....	6
2.2 Nutrientes esenciales.....	7
2.3 Solución nutritiva.....	8
2.4 Clasificación botanica del crisantemo.....	12
2.5 Componentes de rendimiento.....	14
2.6 Factores que afectan el rendimiento.....	16
2.6.1 Factores genéticos.....	16
2.6.2 Factores ambientales.....	17
2.6.2.1 Temperatura.....	18
2.6.2.2 Humedad.....	22
2.6.2.3 Fotoperíodo.....	25
2.6.2.4 Densidad de población.....	26
2.6.2.5 Nutrición Vegetal.....	27
3 MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1 Localización del experimento.....	33
3.2 Descripción del invernadero.....	33
3.3 Unidad experimental.....	34

3.4	Diseño experimental.....	34
3.5	Tratamientos.....	34
3.6	Labores agronómicas del cultivo.....	36
3.6.1	Acondicionamiento de las camas.....	36
3.6.2	Manejo del cultivo.....	37
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1	Altura de planta.....	41
4.2	Longitud del tallo comercial.....	42
4.3	Número de hojas.....	44
4.4	Número de nudos.....	46
4.5	Diámetro de flor.....	47
4.6	Diámetro de tallo.....	48
4.7	Número de flores por metro cuadrado.....	49
4.8	Fotoperíodo y temperatura.....	49
4.9	Concentración de la solución nutritiva.....	50
4.10	Correlación de variables.....	51
5	CONCLUSIONES.....	55
	BIBLIOGRAFIA.....	56

INDICE DE CUADROS

Pag.

Cuadro 1.	Concentraciones nutrimentales utilizadas en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	35
Cuadro 2.	Fuentes utilizadas para la obtención de los nutrimentos para crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble..	35
Cuadro 3	Promedios registrados en el crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble sometido a condiciones de invernadero.....	40
Cuadro 4	Análisis de varianza para la variable altura de planta en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	42
Cuadro 5	Comparación de medias con el método Tukey (1%) para la variable altura de planta en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	42
Cuadro 6	Análisis de varianza para la variable longitud del tallo comercial en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	44
Cuadro 7	Comparación de medias con el método Tukey (5 y 1%) para la variable longitud de tallo comercial en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	44
Cuadro 8	Análisis de varianza para la variable número de hojas en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	45

Cuadro 9	Comparación de medias con el método Tukey (1%) para la variable número de hojas en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	46
Cuadro 10	Análisis de varianza para la variable número de nudos en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	46
Cuadro 11	Comparación de medias con el método Tukey (1%) para la variable número de nudos en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	48
Cuadro 12	Análisis de varianza para la variable diámetro de flor para crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	47
Cuadro 13	Comparación de medias con el método Tukey (5% y 1%) para la variable diámetro de flor en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	48
Cuadro 14	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	48
Cuadro 15	Comparación de medias con el método Tukey (5%) para la variable diámetro de tallo en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble.....	49
Cuadro 16.	Correlación de las variables estudiadas en crisantemo <u>Chrysanthemum morifolium</u> cv. White Marble para el tratamiento de concentración baja.....	52

Cuadro 17. Correlación de las variables estudiadas en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble para el tratamiento de concentración media.....53

Cuadro 18. Correlación de las variables estudiadas en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble para el tratamiento de concentración alta.....54

RESUMEN

El cultivo hidropónico del crisantemo suele usarse principalmente con las variedades de varios tallos y con flores pequeñas o medianas, ya que en el caso de las de flor grande (generalmente de un solo tallo), al no poder elevarse el rendimiento por unidad de superficie, aunque se logra aumentar la calidad obteniendo flores mayores, el mercado no suele valorar esto, por lo que económicamente no se compensan los elevados gastos de instalaciones (Penningsfeld, 1983).

Los objetivos de este estudio fueron comparar el comportamiento del crisantemo, asociado con el rendimiento de la variedad "White Marble" en tres diferentes concentraciones de nutrimentos, con tallo despuntado, bajo un sistema hidropónico por subirrigación y en condiciones de invernadero. El diseño experimental fue completamente al azar, con tres tratamientos de concentración nutricional (alta, media y baja) basado en un trabajo de Gislard y Selmer-Olsen (1980) y dos repeticiones. La unidad experimental constó de $2m^2$ (0.80 X 2.5 m) de las cuales se tomaron 20 plantas al azar por unidad experimental para evaluar: altura de planta, diámetro de flor, diámetro de tallo, longitud de tallo comercial, número de nudos y número de hojas.

Los mejores rendimientos se obtuvieron con las concentraciones media y baja; ambas concentraciones además de favorecer una rápida floración (105 y 103 días respectivamente) cumplieron con el requisito de diámetro de flor (mayor de siete cm); sin embargo, éstas dos fueron estadísticamente diferentes (1% y 5%) con respecto a la concentración más elevada, aunque ésta última presentó una longitud de tallo mayor.

Tomando como criterio de decisión maximizar la producción de flores aceptables, se considera como mejor alternativa el uso de la concentración media durante todo el ciclo de producción. Sin embargo, debido a que el mayor requerimiento de nutrimentos por parte de la planta es en la etapa de crecimiento, puede ser utilizada la concentración media para cubrir esta etapa y utilizar la concentración baja posteriormente en la aparición del botón floral, reduciendo así los costos de producción.

1- INTRODUCCION

La hidroponia ha sido utilizada desde hace mucho tiempo como una herramienta para realizar investigaciones en nutrición y fisiología vegetal, observandose mediante este medio la importancia de los nutrimentos en las plantas, además de poder conocer el nivel óptimo para el desarrollo de las mismas, sin embargo, no se le ha dado la debida importancia para utilizarla como un sistema de producción agrícola alternativo, aún cuando tiene grandes perspectivas de desarrollo en áreas con baja precipitación pluvial, así como en lugares donde la limitante es el suelo.

Actualmente, es considerada como un sistema de producción agrícola, debido a los altos rendimientos obtenidos en un espacio relativamente corto, aunado a la alta calidad de la producción y al hecho de poder obtener cultivos a través de todo el año, mediante la utilización de invernaderos, optimizando así los recursos como son agua e insumos agrícolas.

En algunas partes del mundo se está utilizando la técnica hidropónica en forma comercial en la producción de cultivos rentables tales como las hortalizas, flores, etc.

La horticultura ornamental es una subdivisión de la horticultura, que comprende todas aquellas actividades encaminadas a la producción masiva y metódica de las plantas, que por su belleza en conjunto o por alguna de sus partes y sobre todo por su flor, son utilizadas por el hombre para adornar lugares.

En México se cuenta con una gran diversidad de microclimas ocasionados por las diferentes condiciones de relieve y precipitación. Muchos de ellos son ideales para la producción de hornamentales y se distribuyen principalmente en las estribaciones del eje neovolcánico, destacando los estados de México, Puebla, Michoacán y Morelos, en donde existe actualmente la mayor superficie cultivada.

Los datos existentes indican que para 1985 se cultivaron aproximadamente 3,447.5 ha bajo condiciones de intemperie y 25.5 bajo invernadero (FIRA, 1985).

Los cultivos hortícolas y ornamentales, presentan el problema de altas necesidades de mano de obra, así como gastos cada vez más elevados de los medios que utilizan. Es por esto por lo que para justificar su rentabilidad es necesario obtener cosechas elevadas, una calidad selecta y a la vez utilizar la menor mano de obra posible, manteniendo un elevado porcentaje de garantías de éxito del cultivo (Resh, 1982).

Los cultivos hidropónicos representan un gran avance, y pueden desarrollarse tanto en grandes explotaciones como en las pequeñas y medianas presentando ventajas sobre los cultivos clásicos en tierra, siempre que se lleven con dedicación y especialización.

Con la ayuda de esta técnica no sólo se mejora la cosecha en calidad, peso o cantidad, sino que de forma importante se ha probado que aumenta también la productividad en el trabajo, con la consiguiente reducción de la mano de obra. También, son mucho menores las exigencias a los horticultores, una vez que el sistema ha sido llevado a cabo, puesto que muchas de las manipulaciones pueden automatizarse.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el comportamiento del cultivo de crisantemo sometido a tres niveles de concentración nutrimental, bajo condiciones hidropónicas en invernadero.

Objetivos Particulares

- Determinar la concentración óptima de la solución nutritiva para el desarrollo del crisantemo.
- Determinar las componentes morfológicas que se ven afectados por la variación en concentraciones nutrimentales.

1.2 HIPOTESIS

- El crisantemo responde de manera diferente según sea la concentración nutrimental del medio.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

John Woodward, miembro de la real sociedad de Inglaterra realizó sus primeros experimentos para definir la forma en que las plantas obtenían su alimento, utilizando cultivos en agua; trataba de establecer si era el agua o las partículas de la tierra los que nutren a las plantas, sin embargo, no logró grandes progresos como tampoco ningún otro científico de principios del siglo XIX.

Posteriormente, Nicolás de Saussure publicó hacia 1804 el resultado de algunas investigaciones, en las cuales demostraba que las plantas requieren sustancias minerales para alcanzar un óptimo desarrollo. Más adelante Jean Boosingaut (científico francés), logró cultivos en recipientes con arena y carbón a los cuales se agregaban soluciones químicas de composición conocida.

En 1859-65, Julio Von Sachs, profesor de botánica de la Universidad de Würzburg Alemania, llevó a cabo nuevos ensayos que posibilitaron el desarrollo en laboratorio de un tipo de cultivo sin tierra. Descubrió, que agregando cantidades balanceadas de fertilizantes químicos se podían cultivar plantas prescindiendo de tierra o abonos, pero aun bajo condiciones cuidadosamente controladas, por lo que en muchos países se dedicaron a establecer la nutrición de las plantas, utilizando esta nueva técnica, siendo aceptadas sus conclusiones alrededor de 1920.

Hacia 1930, el profesor de Morfología, Willian F. Gericke de la Universidad de California, trató de convertir estas técnicas de laboratorio en métodos prácticos para obtener cosechas. Fue entonces cuando Gericke montó unidades de cultivo al aire libre aprovechando el clima soleado de California y sus experimentos tuvieron tanto éxito, que a esta nueva ciencia de la jardinería se le dió el nombre de cultivo hidropónico. A partir de allí se han seguido cultivando una gran variedad de hortalizas, flores, cereales, tubérculos y árboles frutales, con la publicación de los resultados obtenidos por medio de estos experimentos.

En 1945, las fuerzas aéreas americanas solucionaron su problema para proveer de verduras frescas a su personal, utilizando cultivos hidropónicos en gran escala en Islas Rocosas normalmente incapaces de producir tales cosechas. Después de la segunda guerra mundial, los militares continúan utilizando los cultivos hidropónicos en plan comercial a través del mundo en países tales como Italia, España, Francia, Inglaterra, Alemania, Suecia e Israel (Resh, 1982).

2.1.1 Técnica de Hidroponía en grava

El cultivo en grava es una de las técnicas de cultivo hidropónico más ampliamente utilizadas y especialmente prácticos en las zonas que tienen gran abundancia de rocas volcánicas.

Al elegir la grava para un sistema de sub-irrigación es necesario que esté formada de granito molido cuyas partículas tengan un diámetro que oscile entre un 1/16 de pulgada las más finas y de 3/4 de pulgada las mayores. Las partículas deberán ser lo suficientemente fuertes como para no partirse con facilidad, a la vez que sean capaces de retener suficiente humedad en los espacios vacíos y también disponer de un drenaje que permita una adecuada aireación de las raíces (Resh, 1982).

Withrow y Withrow citados por Resh (1982), mencionan que en caso de que el material sea calcáreo (que contenga más de un 10% de materiales solubles en ácido, calculados como carbonatos de calcio), deberían de tratarse, antes de ser utilizados con fosfatos solubles para de esa forma cubrir las partículas con fosfatos insolubles.

Schwars y Vaadia, citados también por Resh, han demostrado que los pretratamientos o lavados de la grava nunca evitaron las clorosis inducidas por la cal. El pH elevado de la grava calcárea hace también difícil la absorción del hierro por las plantas.

2.2 Nutrientes Esenciales

Actualmente se conocen unos 20 elementos esenciales para la estructuración y funcionamiento normal del protoplasma. Estos incluyen: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Cl Y Na los cuales se encuentran en cantidades relativamente grandes en la mayor parte de los organismos. Además, existen pequeñas cantidades de metales, como:

Fe, Cu, Mn y Zn, mientras que otros organismos requieren también de I, Bo, Mo, Co, y Se. El hecho de que otros elementos estén presentes en el protoplasma no demuestra que sean necesarios; debe comprobarse que son irremplazables para la estructura y funcionamiento normal del protoplasma (Nason, 1980).

Mengel y Kirkby (1982) además de Sánchez y Escalante (1983), establecen criterios para definir a un elemento como esencial:

- Bajo la ausencia del elemento en cuestión, no es posible un desarrollo normal de la planta.
- Los síntomas de deficiencias deben ser solventados únicamente cuando la planta es abastecida con el elemento correspondiente, o sea que el elemento no deberá ser sustituido o reemplazado totalmente por ningún otro.
- Las funciones o su influencia sobre el metabolismo deben ser conocidos.
- El elemento debe tener una acción directa en la nutrición o sea que no debe actuar a través de variaciones en el sustrato.

2.3 Solución nutritiva

La solución nutritiva se define como el conjunto de elementos nutritivos requeridos por la planta, disueltos en agua. Bajo el sistema de cultivo hidropónico con excepción del C, O, e H, los demás elementos son suministrados a través de una solución.

Después de varios años de investigación, se ha llegado a la conclusión de que no existe una solución teórica ideal para el cultivo en particular y que la concentración óptima de los nutrimentos para una especie en particular dependen de un conjunto de factores, entre los que se encuentran la parte que se va a cosechar de la planta, la estación del año, el clima, la calidad del agua y el estado de desarrollo de la planta (Sánchez y Escalante, 1983).

Los mismos autores señalan que la cantidad de sales disueltas en solución nutritiva para lograr un crecimiento vegetal satisfactorio, expresada en presión osmótica, es del orden de 0.5 a 2.0 atmósferas. Las cantidades de cada nutrimento y de las proporciones entre estos deben regularse adecuadamente (en la práctica existe una relación en el intervalo de variación). El pH de la solución deberá ajustarse a las necesidades de la especie a cultivar; aunque la mayoría de las plantas se desarrollan en un intervalo de 5.0 a 8.5.

Las soluciones nutritivas recirculantes proporcionan un medio exitoso de monitoreo de la absorción de nutrientes. La disminución en las cantidades de algunos nutrimentos en la solución nutritiva pueden ser igualados, con la absorción de las plantas, a condición de que el sistema esté libre de fugas y algas (Adams y Massey, 1984).

Las soluciones nutritivas deben contener los seis macro y los siete micro-nutrimentos como iones, cada uno en una cantidad favorable para el ambiente determinado y para el mejor crecimiento y posible

desarrollo de la planta. La composición y la concentración de una solución nutritiva depende de la clase de cultivo, de la tasa de desarrollo, del medio ambiente, del tipo de hidropónia y el fin económico pretendido.

Los problemas más complejos acerca de la composición de las soluciones nutritivas se refieren al pH y a la proporción entre NO_3^- y NH_4^+ . Estos dos problemas guardan entre sí una estrecha relación. El pH puede estar más o menos estabilizado por la capacidad compensadora de los fosfátidos, no obstante, las variaciones del mismo dependen esencialmente de las cantidades de NO_3^- y principalmente de NH_4^+ . El consumo de nitratos proporcionan una reacción fisiológica alcalina, atribuyendo esto al metabolismo de los nitratos en las raíces, que puede ser distinto para casos diferentes (Coic y Lesaint, 1973).

Señalan también, que la relación entre los NO_3^- y el NH_4^+ en la solución nutritiva depende de la influencia sobre las variaciones de pH. Esta relación puede ser diferente de la relación que ofrecen los niveles de absorción.

Steiner (1961), reporta en su solución nutritiva universal, que el nitrógeno debe ser adicionado en forma de NO_3^- y no de NH_4^+ . La razón es que el ion NH_4^+ en la solución nutritiva es más tóxico para algunos cultivos. En adiciones al suelo, este ion puede ser fijado y no es libremente aprovechable por las raíces de las plantas sino que gradualmente es transferido a nitratos mediante la nitrificación, forma en la cual es libremente aprovechado por las plantas.

El mismo autor menciona que el pH tal vez actúe como buffer para el NH_4^+ en la solución nutritiva. A la vez, indica que nunca más del 10% del contenido del nitrógeno es posible adicionarse en forma de NH_4^+ .

Turner y Henry (1954), reportan que existe dificultad en establecer el debido equilibrio entre el nitrógeno y el potasio, ya que no se sabe hasta que punto una fragilidad de la planta dependa del exceso de potasio o de la deficiencia de nitrógeno, pero muestra el desequilibrio entre ambos elementos, que debe corregirse ya sea aumentando el nitrógeno o disminuyendo el potasio o haciendo ambas cosas a la vez. El equilibrio mencionado no quiere decir que deba mantenerse en todo el tiempo una relación 1:1 o de 3:1. Significa simplemente que los efectos del nitrógeno y el potasio se contrarrestan y que debe mantenerse la debida relación entre ellos. Esta relación varía con la cantidad y calidad de la luz con que disponga la planta.

Los mismos autores mencionan que el magnesio y el fósforo, en todo el tiempo, son esenciales para las soluciones, pero no parecen desempeñar un papel importante en la regulación del crecimiento como el nitrógeno y el potasio.

La forma del fosfato asimilable por las plantas se encuentra en estrecha relación con el pH de la solución nutritiva. A un pH de 5, difícilmente se encuentra el HPO_4^{2-} en la solución; en este momento el

fósforo está presente en forma de HPO_4^{2-} , siendo este altamente soluble en presencia de Ca^{2+} . A un pH de 5.0 sólo cerca del 10% del fósforo está en forma de HPO_4^{2-} (90% es H_2PO_4^-), a un nivel de 6.5, alrededor del 22% del mismo se encuentra como HPO_4^{2-} y a un pH de 7.0 es más del 40%. Este medio a bajos valores de pH puede tener una alta concentración de fosfatos y calcio en la solución con una precipitación de CaHPO_4 (Steiner, 1984).

2.4 Clasificación botánica del crisantemo

El crisantemo es una planta perenne, pudiendo vivir más de dos años conservando íntegro su follaje todo el tiempo o bien perderlo en el invierno, pero manteniendo vivas sus raíces.

El género Chrysanthemum incluye especies, que crecen en cualquier parte del mundo (cosmopolitas), aunque algunas sólo se encuentran en el extremo noreste de Asia y otras son nativas de varias partes del oeste de Europa.

Chrysanthemum morifolium (Ramat) Nensl., es un híbrido complejo, derivado de varias especies provenientes de la China y Japón; dos de sus ancestros importantes fueron C. indicum, originario de China y Japón meridional y C. sinense, aunque otras especies también contribuyeron en el desarrollo del crisantemo moderno.

La clasificación botánica del crisantemo según Scangel (1977) es la siguiente:

REINO	Vegetal
DIVISION	Anthophyta
CLASE	Dicotyledoneae
ORDEN	Asterales
FAMILIA	Compositae
GENERO	<u>Chrysanthemum</u>
ESPECIE	<u>morifolium</u>
VARIEDAD	White Marble

Mientras que la descripción botánica de la familia Compositae es la siguiente:

Hojas: Sin estípulas, alternas u opuestas, simples o divididas en formas diversas.

Cáliz: Ausente o sustituido por un aparato especial, el papus o vilado, formado de pelos, cerdas o escamas que sirven para diseminar los frutos.

Corola: Gamopétala, tubulosa con 3 a 5 lóbulos, bilabiada o ligulada, algunas veces filiforme; 5 estambres, rara vez 4, con los filamentos libres entre sí, insertos en el tubo de la corola y anteras rodeando el estilo; ovario ínfero bicarpelar, unilocular con un óvulo.

Flor: En cabezuela o capítulo, rodeada por el involucre, formado de brácteas colocadas en una o más series, un receptáculo plano, cóncavo, convexo o globoso, sobre el que están implantadas las flores protegidas por brácteas llamadas páleas; pueden ser hermafroditas,

unisexuales o estériles. En algunas cabezuelas todas las florecillas son iguales, en otras las flores del disco son tubulosas y las marginales, liguladas o filiformes.

Fruto: El fruto rara vez de un milímetro de largo; el pericarpio no es especialmente grueso y duro llamado aquenio, la semilla es solitaria y pegada al pericarpio por el funículo.

2.5 Componentes de rendimiento

Mock y Pearce citados por Mera y Vidal (1985), mencionan que una de las alternativas de mejoramiento del rendimiento es el desarrollo de plantas óptimas (ideotipo) a través de los componentes de rendimiento. De ahí la importancia de identificar y evaluar dichos parámetros.

Los mismos autores reportan, que las componentes de rendimiento son los caracteres morfológicos que son a su vez el reflejo indirecto de los procesos fisiológicos. De las componentes de rendimiento que sirven como parámetros para el estudio de la fisiología de los cultivos se pueden mencionar:

- Rendimiento biológico (RB), Mera y Vidal (1985) lo definen como el total de materia seca acumulada por la planta.
- Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), Hunt citado por Ramírez (1985) estima ésta como la producción de materia seca por unidad de superficie.

- Índice de área foliar (IAF). Mera y Vidal (1985) mencionan que éste representa el área foliar del dosel vegetal (expresada en m^2 de lámina foliar por m^2 de la superficie cosechada). El IAF varía con la especie, la población y las condiciones de crecimiento.
- Tasa de asimilación neta (TAN). Watson, Radford y Hant citados por Ramírez (1985) reportan que éste parámetro involucra una tasa de incremento de peso seco por unidad de área foliar por unidad de tiempo y es una medida indirecta de la fotosíntesis.
- Relación de área foliar (RAF). Hunt citado por el mismo autor menciona que ésta representa la relación entre la fotosíntesis y la respiración dentro de la planta; se ha observado que su valor disminuye conforme avanza la edad de la planta.
- Duración del área foliar (DAF). Watson citado también por Ramírez reporta que ésta función es una medida de la habilidad de la planta para producir y mantener el área foliar.
- Dentro de los componentes morfológicos se consideran a todos los órganos de las plantas susceptibles de ser cuantificadas; usualmente se relacionan como número de hojas, altura de planta, diámetro de flor, etc. Este tipo de componentes de rendimiento se ven influenciados en gran medida por el manejo del cultivo y el medio ambiente.

2.6 Factores que afectan el rendimiento

2.6.1 Factores genéticos

Wallace et al., citados por Ramírez (1985) mencionan que desde el punto de vista genético se ha considerado que el rendimiento es un carácter complejo y su expresión depende del funcionamiento y la interacción de muchos componentes fisiológicos.

Adams citado por Brinkman y Frey (1977), reporta que cada cultivo tiene un potencial genético que produce una cierta cantidad de fotosintatos, dependiendo de la capacidad de los recursos del medio ambiente. En condiciones estandar, la competencia entre plantas para una limitada cantidad de recursos del medio ambiente causan una compensación de los componentes de rendimiento.

Votruba (1981), reporta que un brote desarrollado en un tallo de la planta tiene un cierto potencial para desarrollo vegetativo. La duración del desarrollo vegetativo de una planta en días largos, expresado por el número de hojas producidas debajo del brote terminal de la flor, disminuye proporcionalmente con el número de hojas y brotes cuando el esqueje es tomado. La duración del crecimiento vegetativo de los brotes es determinado en el tallo de la planta y no es influenciado por el número de brotes previos. Probablemente no todos los brotes desarrollados en el tallo de la planta al mismo tiempo tengan el mismo potencial para su desarrollo vegetativo.

Cockshull, citado por Votruba (1981) demostró que el número final de hojas son determinados genéticamente aunque los factores ambientales (intensidad de luz y temperatura) pueden modificar la manifestación de esta información genética.

Zell, citado por el mismo autor, reporta que plantas enfermas del cultivar Cremon desarrolladas bajo malas condiciones ambientales, iniciaron la floración después de la formación de 25 a 30 hojas; cuando las plantas crecieron bajo buenas condiciones y sanas emitieron flor solo después de 40 hojas.

2.6.2 Factores ambientales

Frankel y Adams, citados por Rasmusson y Cannell (1970), reportan que las componentes de rendimiento están influenciadas grandemente por el medio ambiente y existe una correlación negativa entre estas. Esto influye en el éxito de la selección de una componente en el incremento de la producción.

Billing, citado por Mera y Vidal (1985), indica que el ambiente físico debe considerarse como un conjunto de interacciones holocénóticas, es decir, un sistema independiente e interactuante que comprende el medio y la planta.

Evans y Wardian (1977), reportan que cada cultivo requiere de un ambiente de producción bien definido, aún variedades localmente adaptadas, dependen en gran medida de condiciones ambientales, las cuales varían de un lugar a otro y de un año a otro año.

Barrales, citado por Mera y Vidal (1985) menciona que los cultivos dependen de un 60 a un 80% de los efectos ambientales, encontrándose que los factores que mayor influencia tienen son fundamentalmente la temperatura, la humedad y la luz.

2.6.2.1 Temperatura

Larson (1988), menciona que la temperatura más favorable para el desarrollo de las plantas jóvenes de crisantemo es más alta que para las plantas viejas. Se sugiere que los crisantemos se cultiven a una temperatura nocturna mínima de 18°C por las primeras 4 semanas. La temperatura mínima durante las siguientes 4 a 5 semanas debe ser de 16 - 17°C.

La temperatura máxima debe ser de 32°C. Por arriba de este nivel la floración se puede retrasar y los pigmentos florales no se desarrollan apropiadamente. La temperatura mínima para el crecimiento del crisantemo es de 10°C y esto sólo después de que las flores se han desarrollado.

Una temperatura mínima de 17°C debe mantenerse para asegurar el desarrollo apropiado de la flor. Las temperaturas menores resultarán en una floración dispareja. Una temperatura nocturna de 13 - 15°C proporcionada durante las 2 - 3 semanas finales da como resultado manchas rosadas para cultivos de flores blancas. Sin embargo, temperaturas bajas al terminar el ciclo intensifican el color.

Gislerød y Selmer-Olsen (1980), determinaron, que la temperatura óptima para el desarrollo del crisantemo durante días largos varía de 40 a 72°F (4 a 42°C) y de 40 a 65°F (4 a 18°C) con condiciones de día corto. Las plantas jóvenes tienen relativamente mayor área de hojas en relación al tamaño de las plantas o a los tejidos. El proceso predominante en las plantas jóvenes es la fotosíntesis y altas temperaturas mejoran la producción de carbohidratos; la cantidad que requieren los tejidos para la respuesta es relativamente mayor en las plantas viejas comparado con el área foliar y la capacidad de fotosíntesis al llegar a la madurez. Durante la respiración son necesarias bajas temperaturas para la acumulación de carbohidratos para el crecimiento.

Furuta y Nelson, citados por Larson (1988) reportan, que las temperaturas nocturnas extremadamente altas (un promedio de 30°C) al inicio del fotoperíodo retardan la iniciación de yemas florales, dependiendo del cultivar y duración (5 a 15 días) de bajas temperaturas.

Gislerød (1981), reporta que la temperatura de la solución nutritiva afectó la temperatura ambiental nocturna durante los regímenes de días cortos en el cultivo de crisantemo. De esta manera, con una temperatura de la solución nutritiva de 20°C, la temperatura del aire se incrementa cerca de 1°C y con una temperatura de la solución nutritiva de 24°C la temperatura ambiental nocturna se incrementa 2°C. Esta puede tener los mismos efectos en las plantas.

Mortensen citado por el mismo autor, observó que con una temperatura ambiental de 18°C y una temperatura del suelo de sólo 6°C las plantas de crisantemo emitieron flor más pronto que las plantas que crecen a una temperatura del suelo de 12 ó 18°C. Menciona también que el desarrollo de plantas en primavera a una temperatura de 24°C en la solución nutritiva florecieron 4 días antes que las plantas desarrolladas a 16°C. En otoño, las diferencias fueron sólo de un día. Sin embargo, este pequeño efecto en el otoño puede ser debido al uso de diferentes cultivares, o a las diferentes condiciones de luz ocurridas durante las 2 estaciones del año.

Morgan y Mustafa (1981), observaron que a baja temperatura nocturna se eleva significativamente el peso fresco. Plantas fuertes con largos tallos fueron producidas a bajas temperaturas nocturnas. Este incremento y vigor son utilizados en reducción del número de días largos.

Los mismos autores reportan que la temperatura ambiental nocturna causa un retardo en la floración. Sin embargo, los regímenes de temperaturas bajas dan como resultado una producción de flores más atractivas y de mejor calidad. Los regímenes de bajas temperaturas nocturnas no solo incrementan el peso fresco sino también se incrementa el diámetro de la flor.

Gislerød y Selmer-Olsen (1981), observaron que el cambio de la temperatura de la solución nutritiva de 16°C a 20°C afectan la

composición de las plantas de crisantemo. La producción de materia orgánica, especialmente carbohidratos y ligninas se ven favorecidas por las altas temperaturas y éstas tienden a diluir algunos de los elementos inorgánicos.

Barret et al., (1978) en Chrysanthemum morifolium Ramat con dos variedades (Golden Shoosmith y Frey Shoosmith), desarrolladas en invernadero en bancales con suelo, y calefacción del suelo con agua caliente en tubos enterrados, encontraron que en el período de desarrollo, una temperatura del suelo de cerca de 23°C (21 - 25°) inicialmente aumenta la elongación del tallo y el peso fresco de los brotes de las plantas de Golden Shoosmith comparadas con cerca de 19°C (17-20°) ó ambiental (10.5-15.5°), ambas (23 y 19°C) disminuyeron después la elongación del tallo, los brotes y el peso fresco de la raíz, comparada con la temperatura ambiental del suelo. La temperatura del suelo tuvo poco efecto en el desarrollo y desenvolvimiento de la variedad Fred Shoosmith. La calefacción del suelo adelantó los días de cosecha cerca de 2-3 días, pero no afectó las dimensiones o crecimiento de la inflorescencia.

Brow y Ormond, citados por Gislørd (1981) indican que las plantas son especialmente sensibles a la temperatura de la raíz durante la primera semana después de iniciado el tratamiento de día corto, pero la temperatura de la raíz (25°C) también disminuye el número de días a floración cuando se usa en el período de día largo.

Morgan et al., (1980) reportan que las relaciones óptimas de desarrollo fueron alcanzadas a una temperatura de la solución nutritiva de cerca de 24°C y una conductividad eléctrica de cerca de 1 mmho/cm durante el estado vegetativo del crisantemo (fase de día largo). Reduciendo la temperatura óptima origina subsecuentemente una iniciación radical, favoreciendo el desenvolvimiento de la raíz. El uso de una solución caliente en asociación con baja temperatura ambiental nocturna produce una favorable respuesta. A 7°C las flores cosechadas se atrasaron por sólo 6 días, mientras la calidad de los brotes florales fue mejorado. Hay una pequeña respuesta con una aereación adicional de la solución nutritiva. El desarrollo reproductivo del crisantemo es favorecido por niveles de conductividad eléctrica en intervalo de 2 mmho/cm.

2.6.2.2 Humedad

La humedad y buenos o adecuados niveles de fertilización conducen a un rápido crecimiento de la hoja. En contraste, el stress hídrico restringe la expresión de la hoja, por lo que la cuidadosa atención en la frecuencia de irrigación es esencial para evitar una reducción en el área foliar. La respuesta del crisantemo a niveles altos de humedad y fertilidad durante el estado temprano de crecimiento posiblemente tengan un rápido desarrollo para una área foliar óptima (Gislerød y Selmer-Olsen, 1980).

Douglas, citado por Espinoza (1985) menciona que uno de los métodos utilizados dentro del cultivo en agregado, es el denominado método por sub-irrigación, utilizando un recipiente con el sustrato (arena o algún otro agregado) en donde la irrigación se da periódicamente con una solución nutritiva, siendo éste uno de los más económicos para proporcionar el agua y los nutrientes a los cultivos en una explotación en pequeña escala. Menciona de igual manera, que en este sistema la aplicación de la solución nutritiva se puede dar mediante la utilización de una manguera conectada a la tina de siembra y unida con un niple a un depósito con solución nutritiva, el cual durante la irrigación se levanta a una altura mayor a la de la cama de siembra y para drenarse se ubica por debajo de este nivel.

Sánchez y Escalante (1983) mencionan, que el método de sub-irrigación fue diseñado para cultivos en grava y que se modificó posteriormente con el propósito de eliminar las tareas de riego, para aplicarse en agregados. Señalan, que para regar por sub-irrigación un m^2 de superficie cultivable de 20 cm de profundidad y dependiendo del agregado, se requieren entre 15 y 25 litros de solución.

Douglas, citado por Espinoza (1985) señala que el método de sub-irrigación fue diseñado especialmente para plantas ornamentales cultivadas en invernadero. El depósito debe ser impermeable al agua, resistentes a ácidos y con capacidad suficiente para contener un alto porcentaje de sustrato en ellos.

Howard, citado por el mismo autor indica que un sistema de sub-irrigación con 10 ó 15 minutos de riego y drenaje respectivamente o a un tiempo total de 20 ó 30 minutos, son generalmente aceptables para una buena irrigación y drenaje completo.

El drenaje está estrechamente relacionado con la aireación, ya que si no es adecuado, la insuficiencia de oxígeno alrededor de las raíces retarda su crecimiento e incluso les produce la muerte, lo cual da como resultado un daño para las plantas, reduciendo las cosechas (Resh, 1982).

Sánchez y Escalante (1981), señalan que la frecuencia de irrigación, depende de varios factores, tales como el tamaño y tipo de planta, las características del sustrato y las condiciones climáticas. Para plantas pequeñas, basta con un riego por día. Generalmente en un clima caliente, en verano se requiere de irrigación más frecuente (2 a 3 irrigaciones por día).

Cuando se irriga una vez por día, se recomienda que se aplique entre las 10 y 13 hrs; cuando se efectúan dos riegos, se sugiere dar el primero entre las 8 y 10 hrs y el segundo entre las 14 y 15 hrs. Si son tres los riegos o más, se debe evitar el regar después de las 17 hrs y antes de las 7 hrs para evitar posibles carencias de oxígeno a nivel radicular (Sánchez y Escalante, 1981).

2.6.2.3 Fotoperíodo

Larson (1988), menciona que la iluminación en el crisantemo se realiza para evitar que los botones florales se formen demasiado temprano por los efectos naturales que estimulan a los botones en las noches demasiado largas. Para evitar que las plantas produzcan botones florales, el período de oscuridad no debe ser mayor de 7hr continuas. El crisantemo forma hojas y aumenta la longitud del tallo bajo días largos mientras que forma botones florales y los tallos terminan con las flores en los días cortos. Los crisantemos deben tener aproximadamente 12 hr de oscuridad para producir botones florales.

Post, citado por el mismo autor afirmó basado en un trabajo conducido a una altitud de 42^oN, que es necesario una duración del día de 14.5 hrs para la iniciación floral, pero que se requería una duración más corta (13.5) para el desarrollo de la yema floral.

Blondon (1981), reporta que en el Chrysanthemum morifolium cv. Shuckan bajo una intensidad de luz de 100 watts es posible sustituir los requerimientos de frío (2^oC) por la acción de temperatura caliente (32 -27^o C) pero sólo bajo condiciones de luminosidad. El mínimo de número de días de temperaturas frías (16 días) y de las temperaturas calientes (24 días) requirieron para obtener floraciones subsecuentes temperaturas de 22^oC bajo un fotoperíodo de 9 hrs. Por otro lado, los requerimientos para la secuencia; bajas temperaturas - moderada

temperatura en un fotoperíodo de 9 hrs, pueden ser superados para dar una intensidad de luz de 270 watts (luz de xenon) con una alta temperatura (32-27°C) bajo días de 9 hrs.

Steiner (1973), reporta que las plantas absorben relativamente más potasio y nitratos a bajas intensidades de luz y más potasio a baja temperatura sobre un período determinado con la baja intensidad luminosa o con bajas temperaturas en etapas tempranas de desarrollo.

Williams et al., citados por Mera y Vidal (1985) mencionan que el principal factor determinante de la velocidad de crecimiento del cultivo es la radiación solar interceptada por la población.

La formación de racimos de crisantemo en días cortos pueden ser alterados dando una interrupción con fotoperíodo largo durante o directamente después de la iniciación floral.

No es económico tener racimos con un largo número de botones florales laterales porque no todas las flores son cortadas al mismo tiempo y producen el racimo muy tosco. Por consiguiente, la interrupción debe ser dada después de que los botones florales estén iniciados.

2.6.2.4 Densidad de población

Prieto et al. (1985) evaluaron el comportamiento y características agrónomicas asociadas con el rendimiento y la calidad del producto en las variedades White Marble y Yellow Polaris, en los sistemas de tallo único y tallo despuntado. Encontraron que los mejores

rendimientos se obtenían con densidades de 110 y 115 tallos por 1.05 m², pero no siempre la producción cumplía con los requisitos de diámetro de la flor mayor de 7 cm y tres o más flores comerciales por tallo. Se considera como mejor alternativa en la variedad Yellow Polaris la densidad de 90 tallos por 1.05 m² con el sistema de tallo despuntado. Para White Marble es preferible 80 tallos por 1.05m² en el sistema de tallo único.

2.6.2.5 Nutrición vegetal

Las funciones principales del sistema radicular de los cultivos son obtener nutrientes esenciales y agua del suelo, servir de soporte a la planta y una función no bien definida en el suministro de metabolitos para el meristemo (Evans y Wardlaw, 1977).

Mencionan también que el papel de la raíz en la determinación del rendimiento está estrechamente relacionada con su efectividad para la absorción de agua y nutrientes, aunque muchos factores interactúan para controlar la distribución y función de los nutrientes en las plantas.

Los nutrientes absorbidos por las raíces son transferidos al ápice a través del xilema, así, la distribución es inicialmente a las hojas activamente transpirantes, y únicamente después de la subsecuente redistribución a través del sistema de transporte del floema, es como muchos nutrimentos alcanzan los sitios activos del crecimiento de la

planta. Consecuentemente la distribución final en la planta de un nutriente en particular, dependerá de la habilidad de ese nutriente para traspasar el tamiz de elementos del floema y estar incluido dentro del sistema durante el transporte.

Perkis et al.; Thum et al.; Biddulph y Cory; Wereig y Patriet y Herb et al.; citados por Mera y Vidal (1985), mencionan que una generalización respecto al patrón de distribución es que dicha distribución está determinada por una disposición de las fuentes y las demandas de la planta.

La necesidad de agua y de iones varía en la proporción al crecimiento, el desarrollo de las plantas (Influenciadas por los factores externos) y las actividades fisiológicas (Coic y Lesaint, 1973). Las plantas toman mucho más agua y a mayor velocidad que los elementos minerales. Conforme se efectúa esta toma de agua de la solución nutritiva, disminuye dicho volumen. Esto da lugar a un incremento de la concentración total de la solución así como la concentración de los diversos iones (Resh, 1982). La concentración de los nutrimentos en la solución nutritiva puede variar durante la estación dependiendo de la evaporación (Gislerød y Selmer-Olsen, 1980).

Helal et al., y Steiner citados por Gislerød y Selmer-Olsen (1980) mostraron que un incremento en la presión osmótica reduce el crecimiento de la raíz y del tallo. El stress de sales puede también

influir en el consumo de los diferentes nutrimentos. La presión osmótica uniforme tiene una fuerte influencia en la relación de absorción de iones. Esta influencia es independientemente de la fase de crecimiento. A una alta presión osmótica las plantas absorben mucho más potasio, principalmente a costa del calcio. Una elevada presión osmótica causa una fuerte preferencia por fosfatos y una pequeña preferencia por nitratos, ambos a costa de la absorción del sulfato (Steiner, 1973).

El crisantemo puede tolerar amplias variaciones en la concentración de sales de la solución nutritiva cuando se cultiva en película nutritiva y un stress de sales puede ser la razón de una ligera reducción del crecimiento de la planta (Gislerød y Selmer-Olsen, 1980).

Los requerimientos de nitrógeno y potasio de los crisantemos son altos. El mantenimiento de estos niveles de nitrógeno durante las primeras siete semanas de crecimiento es especialmente importante. Si durante este período, se desarrolla una deficiencia moderada de dicho nutrimento, no se lograra recuperar la calidad de la flor que se haya perdido, aún con aplicaciones posteriores. Los hallazgos de Lunt y Kofranek (1958), mostraron que la calidad de las flores y plantas producidas era óptima cuando las plantas se fertilizaban al inicio del ciclo de crecimiento. No fue necesaria una fertilización adicional después que las inflorescencias alcanzaron un diámetro de 1 a 1.5 cm.

La fertilización tardía es un desperdicio y un exceso de nitrógeno puede inducir hojas quebradizas en algunos cultivos (Larson, 1988).

Adams y Massey (1984), en tres trabajos en jitomate reportan que: en el primero cuando se sembró en diciembre para estimar la absorción del nitrógeno nítrico y potasio, encontraron que durante las primeras semanas después de la siembra, las plantas absorbieron potasio y nitrógeno (gramos) en una relación de K/N de 1.2/1. Cuando la carga de frutos de las plantas empezaron a incrementarse, la relación de absorción del nitrógeno disminuyó mientras que el potasio continuó en crecimiento, incrementando la relación a 2.5/1; posteriormente, la relación disminuyó de nuevo aproximadamente a 2.0/1.

En el segundo, con la siembra a finales de junio encontraron que la relación de absorción del potasio como el nitrógeno (en gramos) fue constante a 1.2/1.

En el tercero, con siembra en noviembre, estimaron la relación de absorción del nitrógeno nítrico, potasio y agua. Observaron que el rango de absorción de agua se incrementó con intensidades de luz de 20 ml h^{-1} (por planta) de las 8:00 h a 141 ml h^{-1} entre las 12:30 y 14:00 hr. Después de esto, la absorción de agua disminuyó similarmente más o menos con la intensidad de luz. La absorción del nitrógeno y potasio generalmente siguió un patrón similar que el establecido por el agua.

Los experimentos llevados a cabo por Turner y Henry citados por Huterwall (1956), mostraron que en verano las plantas consumen aproximadamente la tercera parte del nitrógeno y la mitad más o menos del fósforo. Esto puede dar lugar a que alguno de los elementos restantes de la desintegración molecular precipiten en el recipiente dando lugar a impurezas.

Ikeda y Osawa (1984), reportan que la concentración de fósforo, potasio, calcio y magnesio en hojas de las plantas de lechuga fueron influenciadas por la relación NO_3/NH_4 y la temperatura de la solución nutritiva.

El fósforo es el ion que fue extremadamente más influenciado por la temperatura de la solución nutritiva; la concentración del fósforo en las hojas se incrementó con elevadas temperaturas. La concentración del fósforo en las hojas y plantas con suplemento de NO_3 y NH_4 fueron más altos que cuando sólo se utilizó NO_3 . La concentración de potasio y calcio fue influenciada moderadamente por la relación NO_3/NH_4 en la solución nutritiva.

Particularmente en la concentración de potasio, fueron observadas diferencias pronunciadas en una relación 12/0. En esta relación, la concentración de potasio fue influenciada por la temperatura de la solución nutritiva, incrementándose cuando aumentó la primera. La concentración del calcio fue también influenciada por la temperatura, incrementándose gradualmente con elevadas temperaturas. Los efectos de

la relación NO_3/NH_4 y la temperatura de la solución en la concentración del magnesio no es clara. La disminución de los cationes potasio, calcio y magnesio fueron causadas por aplicaciones de NH_4 .

Las plantas jóvenes absorben una alta proporción de NO_3 en comparación con otros aniones, en comparación con las plantas maduras; la relativa disminución de la absorción del NO_3 durante la vida de la planta es en favor de una alta absorción de fosfato y sulfato. La absorción del fosfato se incrementa de un 5 a 20% y la absorción del sulfato cerca de 15 a 35% aproximadamente del total de la absorción de aniones. Durante la vida de la planta la proporción de potasio en la absorción de cationes disminuye cerca del 50 a menos del 25% en favor de la absorción del calcio (Steiner, 1973).

Schwarz (1977), reporta que el crisantemo responde bien a la buena aireación, lo cual es un rasgo típico de la hidroponía. La concentración de nitrógeno podrá ser en doble concentración al inicio (4 - 6 semanas después del trasplante) mientras que la concentración de fósforo y potasio es incrementada por un 50% al tiempo del desarrollo de la flor.

Komosa (1981), reporta que una concentración óptima de nutrimentos en el sustrato durante el desarrollo vegetativo correspondiendo al ensayo de mejor calidad y cantidad de crisantemos, fue el de 150-450 mg de N-NO_3 ; 80-2200 mg de P-PO_4 y 150-1200 mg de K por litro de sustrato; la gran tolerancia de crisantemo a altos niveles de potasio y fósforo, en particular es visible.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El experimento se estableció en un invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicada en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

3.2 Descripción del invernadero

El invernadero cuenta con una superficie de 38.88 m² con dimensiones de :

5.40 m de ancho

7.20 m de largo

La parte más alta mide 2.40 m.

La parte más baja mide 1.80 m.

Las camas están construidas con block refractario, con medidas de:

0.80 m de ancho.

2.50 m de largo.

0.40 m de profundidad.

0.75 m de espacio entre camas

0.45 m de espacio entre las camas y la pared.

El invernadero está cubierto con plástico.

3.3 Unidad experimental

Cada unidad experimental constó de 2m^2 con las siguientes dimensiones: 0.80 m de ancho 2.50 m de largo por 0.30 m de profundidad. Se utilizó como sustrato la grava y contó con un depósito con capacidad de 100 litros de agua, para almacenar la solución nutritiva. Se implementó el sistema de riego por sub-irrigación y una densidad de siembra de 69 plantas por m^2 , utilizando la variedad White Marble.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, siendo las concentraciones de la solución nutritiva el factor de variación con tres niveles y dos repeticiones.

3.5 Tratamientos

Las concentraciones que se utilizaron son las que se presentan en el Cuadro 1 y se basan en un trabajo de investigación en crisantemo en solución recirculante realizado por Gíslérød y Selmer-Olsen (1980).

Cuadro 1. Concentraciones nutrimentales utilizadas en crisantemo *Chrysanthemum morifolium* cv. White Marble.

NUTRIMENTO	C O N C E N T R A C I O N		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	ppm		
Nitrógeno	90	181	362
Fósforo	18	36	72
Potasio	94	188	376
Magnesio	24	39	69
Calcio	138 (172.5) ⁺	213 (266.25) ⁺	363 (453.75) ⁺
Hierro	1.14	2.14	4.14

+ Incremento del 25% del nutrimento, debido a que todos los tratamientos presentaron los mismos síntomas por deficiencia.

Las fuentes utilizadas para la obtención de los nutrimentos se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Fuentes utilizadas para la obtención de los nutrimentos para crisantemo *Chrysanthemum morifolium* cv. White Marble

FERTILIZANTE	NUTRIMENTO		PROPORCIONADO (%)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe
Nitrato de Amonio	33					
Nitrato de Potasio	13		36			
Super fosfato de calcio simple		7		26.6		
Sulfato de Magnesio					10	
Sulfato de Calcio				23.0		
Sulfato ferroso						20

Fuente: Sánchez y Escalante (1983).

3.6 Labores agronómicas del cultivo

3.6.1 Acondicionamiento de las camas.- Las labores que se realizaron antes del trasplante fueron:

a) Vaciado y sellado de las camas.- Consistió en extraer el sustrato de la cama, remover las tejas que sirven como sistema de drenaje y el plástico que cubre la cama. Posteriormente se sellaron las fugas observadas en el ciclo del cultivo anterior.

b) Lavado de la cama.- Con agua corriente y jabón se eliminaron los residuos de cemento y arenilla acumulados durante el sellado de fugas.

c) Colocación del plástico en la cama.- Se colocó una doble capa de plástico cubriendo los muros y el piso de la cama, como aislante, con el fin de evitar en lo posible las reacciones de los nutrimentos de la solución nutritiva con las paredes y el piso de la cama. Este plástico tuvo una abertura que se acopló al tubo de desagüe, sellándose esta parte a la cama con pegamento, mismo con el cual se fijó el plástico a la parte superior de la cama para evitar que este se moviera.

d) Colocación del sistema de drenaje.- La finalidad fue la de permitir la entrada y distribución homogénea de la solución nutritiva, así como acelerar la salida de dicha solución al momento del desagüe. Para este fin se utilizó una hilera de tejas sobrepuestas a lo largo de la cama, en la parte central inferior.

e) Lavado del sustrato.- Consistió en eliminar la mayor parte de las raíces del cultivo anterior. Posteriormente se lavó el sustrato con agua corriente, utilizando una malla de alambre para tal efecto. El sustrato ya lavado se colocó nuevamente en la cama.

f) Desinfección.- La desinfección del sustrato, se realizó con una solución de hipoclorito de sodio diluida al 0.06%. Dicha solución permaneció en la cama durante 3 hr, al término del cual se drenó completamente y se lavó el sustrato en 3 ocasiones con agua corriente.

g) Instalación eléctrica.- El sistema de alumbrado del invernadero se colocó a una altura de un metro por encima de las plantas y a una separación de 1.5 m entre focos a lo largo de la cama, utilizándose unidades de 100 watts.

3.6.2 Manejo del cultivo

a) Trasplante.- El trasplante del esqueje fue a 10 cm entre plantas, 12 cm entre hileras y 5 cm de profundidad aproximadamente y se realizó el 22 de febrero de 1989

b).- Riegos.- Se utilizó el método de sub-irrigación y se realizaron tres riegos en la primera etapa de desarrollo de la planta; posteriormente cuando se consideró que el cultivo tenía el sistema radical bien desarrollado se aplicaron solamente dos.

Procedimiento:

Para 3 riegos.- Se aplicaron a las 9, 12 y 14:30 hr. La solución se introdujo a las camas con el auxilio de una bomba de 1/4 Hp por el tubo de desagüe; después de 10 min se drenaban las camas totalmente.

Para 2 riegos.- Se aplicaron a las 9 y 12 hrs. El primer riego se realizó en la misma forma que el anterior. En el segundo, al momento de drenar la cama, se dejaba la mitad de la solución dentro de la cama y se drenaba totalmente 3 ó 4 hrs después, cuando el calor disminuía.

c) Iluminación.- Se les proporcionó luz artificial a las plantas para completar 14.5 hrs requeridas por el cultivo, hasta que los brotes laterales de la planta alcanzaron una longitud de 10 cm.

d) Preparación y cambio de la solución.- La preparación de la solución se realizó los fines de semana de la siguiente forma:

- A 100 litros de agua se les agregó ácido sulfúrico o clorídrico hasta que alcanzaron un pH de 5.

- Posteriormente se disolvieron los fertilizantes de acuerdo a su reacción: primero los de reacción ácida, después los de reacción neutra y por último los de reacción alcalina.

- El último riego se realizaba extrayendo la mitad de la solución de los depósitos y se llenaba con agua acidulada. Con esta nueva solución se realizaba ésta.

- El pH se midió en forma diaria; con papel Merck los días martes, jueves, sábados y domingos. Con un potenciómetro modelo 12 Corning los días lunes, miércoles y viernes. El pH fue ajustado a 6 todos los días por la mañana.

- La medición de la conductividad eléctrica se efectuó dos veces por semana con un puente de conductividad manual marca Agri-meter.

e) Despunte.- 15 días después del trasplante y con la finalidad de inducir el crecimiento y desarrollo de los brotes laterales se eliminó el meristemo apical.

f) Desyeme.- Se eliminaron los brotes laterales no deseados, dejando los tres brotes más vigorosos.

g) Tutorado.- Se formó una cuadrícula con estambre con dimensiones de 10 X 10 cm; colocándose conforme se desarrolló la planta, utilizando una malla cada 20 cm de altura de la planta.

h) Toma de datos.- Por operatividad, la toma de datos se realizó los fines de semana, a partir de la primera semana después del trasplante. Se tomaron al azar 20 plantas por unidad experimental para medir las variables altura de planta, número de hojas y número de nudos en forma semanal. Las variables que se midieron al momento del corte fueron: diámetro de tallo, diámetro de flor, longitud de tallo comercial y número de flores por m², habiéndose realizado este el 28 de junio.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

Aunque se evaluaron múltiples variables de respuesta del crisantemo, por las características de la comercialización, las variables de decisión se relacionan con el rendimiento y su calidad para el mercado.

El comportamiento registrado para el crisantemo se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3 Promedios registrados en el crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble sometido a condiciones de invernadero.

VARIABLES	C O N C E N T R A C I O N		
	BAJA	MEDIA	ALTA
Días a floración	103	105	115
Número de flores/m ²	168	165.25	162.25
Pérdidas (%)	18.85	20.17	21.62
Altura de planta (cm)	106.925	115.95	116.625
Díámetro de tallo (cm)	0.517	0.551	0.563
Díámetro de flor (cm)	8.797	8.797	8.186
Longitud del tallo comercial (cm)	99.412	101.2	105.275
Número de hojas/planta	54.412	55.125	67.425
Número de nudos/planta	31.25	30.3	39.3

4.1 Altura de planta

La comparación de medias por el método de Tukey (1%) muestra que la altura de planta fue favorecida por la concentración media y alta (Cuadros 4 y 5). Sin embargo, la concentración alta presentó un retraso en la floración. Resultados similares son reportados por Sánchez y Escalante (1983) quienes mencionan que el crisantemo se desarrolla bien con concentraciones del orden de 250 ppm de nitrógeno y que un exceso de este nutrimento provoca un retraso en la floración y una disminución en la calidad.

Jacob (1973), reporta que una abundante fertilización nitrogenada, induce el desarrollo aéreo, en tanto que el sistema radicular puede permanecer pequeño e ineficaz. Con una aplicación elevada de nitrógeno la planta recibe un estímulo de síntesis protéica y formación de nuevos tejidos, empleando la mayor parte de sus carbohidratos en la elaboración de proteínas y aminoácidos, causando con ello que la planta no sintetice carbohidratos de peso molecular elevado para la formación de tejidos de consistencia. A consecuencia de ello, los tejidos presentan una coloración verde oscura y una consistencia esponjosa y blanda.

Cuadro 4 Análisis de varianza para la variable altura de planta en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

F V	G L	S C	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRAT	2	2346.817	1173.3085	28.7709**	3.04	4.79
ERROR	117	4771.388	40.7810			
TOTAL	119					

$\bar{X} = 113.1000$

* significativa

CV = 5.64

** altamente significativa

Cuadro 5 Comparación de medias con el método (Tukey 1%) para la variable altura de planta en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

$\bar{X}_A = 116.025$

a

$\bar{X}_M = 118.00$

a

$\bar{X}_B = 108.025$

Nota: Medias con la misma literal son estadísticamente iguales

4.2 Longitud del tallo comercial

La longitud del tallo comercial se vió influenciada también por la altura de la planta, obteniendose resultados similares entre las dos variables, el tratamiento que mejor respondió fue el de la concentración alta de acuerdo a la comparación de medias (Tukey 5% y

170. no hubo diferencias significativas entre las concentraciones media y baja (Cuadros 6 y 7). Al respecto Graifenberg (1972), encontró que la longitud del tallo comercial utilizando un sistema despuntado fue de 55 cm y con el sistema sin despuntar alcanzó una longitud de 100 cm. cuando fueron producidos en suelo. Esto demuestra que el sistema hidropónico es mejor, en cualquiera de las concentraciones que se utilizaron.

La respuesta del crisantemo en los dos sistemas de producción son explicados por Jacob (1973), quien menciona que el abastecimiento de nutrientes y agua son factores de crecimiento con vínculos muy estrechos. Desde el punto de vista de la planta, una fertilización en forma sólida puede ser únicamente efectiva, cuando los nutrientes son disueltos en el agua, puesto que los vegetales los absorben solamente a partir de la fase líquida. Además de ello, existe una relación cuantitativa entre el agua y la fertilización; cada planta que dispone de una humedad limitada, puede aprovechar solamente una cantidad de nutrimentos equivalentes a la cuantía de humedad recibida; la insuficiencia de agua impide la correcta absorción y traslación de los nutrientes por los vegetales, así como su utilización en el metabolismo de los mismos.

Cuadro 6 Análisis de varianza para la variable longitud del tallo comercial en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRAT	2	688.9622	344.4811	5.49103**	3.07	4.79
ERROR	117	7340.0186	62.7352			
TOTAL	119					

$\bar{X} = 102.2825$
CV = 7.74

* Significativo
** Altamente significativa.

Cuadro 7 Comparación de medias con el método (Tukey 5% y 1%) para la variable longitud de tallo comercial en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

$\bar{X}_A = 105.275$	
$\bar{X}_M = 101.2$	a
$\bar{X}_B = 99.4125$	a

4.3 Número de hojas

El número de hojas presentó una diferencia estadística altamente significativa, con una mejor respuesta para la concentración alta en base a la comparación de medias por el método de Tukey (1%) (Cuadros 8 y 9). En el trabajo, la diferencia entre el número de hojas para los tres tratamientos, fue ocasionado posiblemente porque no todas las plantas desarrollaron los tres brotes que se les asignaron, al

respecto Votruba (1981) sugiere que un brote desarrollado de un tallo de la planta tiene un cierto potencial para su desarrollo vegetativo y que probablemente no todos los brotes desarrollados en el tallo de la planta al mismo tiempo tengan el mismo potencial. Cockshull citado por Votruba demostró que el porcentaje de iniciación de flores son determinadas genéticamente y los factores ambientales pueden modificar la manifestación de éstas; al mismo tiempo hace mención a Zeyl quien reporta que las plantas del cultivar Cremon, enfermas y en malas condiciones ambientales emitieron flor cuando se habían formado de 25 a 30 hojas, y que plantas sanas en buenas condiciones sólo después de 40 hojas. En este trabajo, los tratamientos fueron sometidos a las mismas condiciones ambientales y la diferencia fue la concentración de la solución nutritiva, por lo que es de considerarse que ésta sea la causa del comportamiento observado.

Cuadro B Análisis de varianza para la variable número de hojas en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRAT	2	4360.6167	2180.3083	27.757305**	3.07	4.79
ERROR	117	9192.55	78.5688			
TOTAL	119					

$\bar{X} = 58.9166$

CV = 15.04

Cuadro 9 Comparación de medias con el método Tukey (1%) para la variable número de hojas en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

\bar{X}_A	= 67.425	
\bar{X}_M	= 65.125	a
\bar{X}_B	= 64.2	a

4.4 Número de nudos

El número de nudos presentó la misma tendencia que la variable número de hojas, siendo los mismos factores los que afectan a ambas variables (Cuadros 10, 11).

Cuadro 10 Análisis de varianza para la variable número de nudos en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRAT	2	1058.066	978.0333	22.7843**	3.07	4.79
ERROR	117	5022.3	42.9256			
TOTAL	119					

$\bar{X} = 33.616$

CV = 19.49

* significativa

** altamente significativa

Cuadro 11 Comparación de medias con el método (Tukey 1%) para la variable número de nudos en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

\bar{X}_A	= 39.3	
\bar{X}_B	= 31.25	a
\bar{X}_M	= 30.3	a

4.5 Diámetro de flor

El diámetro de flor presentó una diferencia altamente significativa; las concentraciones que mejor respuesta tuvieron por medio de la comparación de medias por el método de Tukey (5% y 1%) fueron la media y la baja (Cuadro 12, 13). Graifenber (1972) encontró en un trabajo en suelo, un diámetro de flor de 9.1 cm con un tratamiento despuntado y 8.6 cm sin despuntar, intervalo que cae el resultado obtenido en la concentración media.

Cuadro 12 Análisis de varianza para la variable diámetro de flor para crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRAT	2	10.25	5.125	11.231551**	3.07	4.76
ERROR	117	53.473	0.45703			
TOTAL	119					

$$\bar{x} = 8.5$$

$$CV = 7.95$$

* significativa

** altamente significativa

Cuadro 13 Comparación de medias, con el método (Tukey 5% y 1%) para la variable diámetro de flor en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

\bar{X}_M	= 8.7975	a
\bar{X}_B	= 8.8428	a*
\bar{X}_A	= 8.1885	

4.6 Diámetro de tallo

La variable diámetro de tallo presentó una diferencia significativa al 5% y la comparación de medias por el método de (Tukey 5% y 1%), no hubo diferencia significativa entre la concentración media y la alta (Cuadros 13 y 14). Por lo cual se considera como mejor resultado el de la concentración media, el diámetro de tallo encontrado es una posible consecuencia de la altura de la planta así como la longitud del tallo comercial.

Cuadro 14 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRAT	2	0.055005	0.0275025	3.79708**	3.07	4.79
ERROR	117	0.847448	0.0072431			
TOTAL	119					

$\bar{X} = 0.8475$

* significativa

CV = 15.5

** altamente significativa

Cuadro 15 Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable diámetro de tallo en crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White Marble.

\bar{X}_A	= 0.56375	a	
\bar{X}_M	= 0.5615	a	b
\bar{X}_B	= 0.51725		b

4.7 Número de flores por metro cuadrado

El número de flores por metro cuadrado no presentó mucha diferencia entre las tres concentraciones. El porcentaje de pérdidas encontradas en el trabajo son similares a las encontradas por Prieto et al., (1986) quienes mencionan en su trabajo un porcentaje de pérdidas de hasta 17.5%, esto es compensado por la densidad de población que se utilizó en este trabajo.

4.8 Fotoperíodo y temperatura

Prieto et al., (1986) reportan a la variedad White Marble con una duración de 10 semanas a la cosecha, la diferencia obtenida en este trabajo estuvo probablemente relacionada con la eliminación del meristemo apical, aunada a las elevadas temperaturas registradas dentro del invernadero (35°C) alargó el desarrollo vegetativo. Larson (1985) menciona al respecto que temperaturas mayores de 32°C la

floración puede sufrir un retraso. Mortensen citado por Gislerød; Morgan y Mustafa (1981); Barret *et al.*, (1978); Morgan *et al.*, (1980) y Furuta y Nelson citados por Larson (1985) encontraron que las plantas de crisantemo requieren de una temperatura menor de 25°C para florear.

Gislerød (1981) y Mortensen citado por Larson (1985) encontraron que la temperatura de la solución nutritiva afecta la composición de las plantas de crisantemo. La producción de materia orgánica, se ve favorecida por altas temperaturas de la solución nutritiva o la disminución de la temperatura ambiental nocturna.

4.9 Concentración de la solución nutritiva

Los resultados obtenidos en el invernadero en relación a las concentraciones se presenta en forma similar a los observados por Gislerød y Selmer-Olsen (1980). Por lo que se considera que también en este sistema por sub-irrigación puede el crisantemo tolerar variaciones en la concentración de sales.

Por otro lado, se presentaron variaciones de C.E en un intervalo de 0.95 - 1.35 mmhos/cm para la concentración baja; de 1.35 - 2.0 mmhos/cm en la concentración media y la alta de 1.85 - 2.95 mmhos/cm. La presión osmótica de la solución nutritiva fue del orden de 0.342 - 0.488 para la concentración baja; 0.488 - 0.72 para la concentración media y 0.594 - 1.08 en la alta, condiciones adecuadas de acuerdo a lo reportado por Sánchez y Escalante (1984). Las plantas de crisantemo no presentaron síntomas marcados de deficiencia o toxicidad por un exceso de nutrimentos.

4.10 Correlación de variables

Mediante el método de mínimos cuadrados, se observó que en el tratamiento de concentración baja se presentaron una correlación altamente significativa negativa para las variables diámetro de flor con número de nudos por lo que mientras mayor sea el número de nudos el diámetro de la flor tiende a disminuir o viceversa; las otras variables que presentaron una correlación altamente significativa positiva fueron la altura de la planta con la longitud del tallo comercial, mostrándose que mientras mayor sea la altura de la planta la longitud del tallo comercial aumenta también, lo mismo ocurre con las variables número de nudos con el número de hojas que también presentaron una correlación altamente significativa.

En el tratamiento de concentración media estuvo correlacionado altamente significativa en forma positiva el diámetro de flor con el diámetro de tallo, por lo que se espera que se incremente el diámetro de la flor a la par con el diámetro del tallo; las variables número de hojas con el número de nudos presentaron la misma tendencia que con el tratamiento anterior, por su parte las variables longitud del tallo con diámetro de tallo presentaron una correlación significativa negativa por lo que se espera que mientras se incrementa la longitud del tallo el diámetro del mismo disminuya.

En el tratamiento de concentración alta, el número de hojas con el número de nudos siguió con la misma tendencia que en los tratamientos anteriores; las variables longitud del tallo comercial con altura de planta tuvieron una correlación significativa, siendo esta menor que con el tratamiento de concentración baja pero siguiendo la misma línea (Cuadros 16, 17 y 18).

Cuadro 18 Correlación de las variables estudiadas en
 crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White
 Marble para el tratamiento de concentración baja.

	Diámetro de flor	Diámetro de tallo	Longitud de tallo	Altura de planta	Número de hojas	Número de nudos
Diámetro de flor	1	0.250908	-0.09054	0.160634	-0.28884	-0.4702**
Diámetro de tallo		1	0.296516	0.25480	-0.08996	-0.1408
Longitud de tallo			1	0.44013**	0.31547	0.07968
Altura de planta				1	0.131328	0.05247
Número de hojas					1	0.7715**
Número de nudos						1

r 0.05 = 0.312

* significativa

r 0.01 = 0.408

** altamente significativa

Cuadro 17 Correlación de las variables estudiadas en
 crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White
 Marble para el tratamiento de concentración media.

	Diámetro de flor	Diámetro de tallo	Longitud de tallo	Altura de planta	Número de hojas	Número de nudos
Diámetro de flor	1	0.410522 ^{***}	-0.31132	0.053558	-0.05355	-0.05275
Diámetro de tallo		1	-0.33842 ^{**}	0.05477	-0.18845	-0.04561
Longitud de tallo			1	0.05716	-0.00748	-0.09718
Altura de planta				1	0.295292	0.29448
Número de hojas					1	0.7853 ^{***}
Número de nudos						1

r 0.05 = 0.312

* significativa

r 0.01 = 0.408

*** altamente significativa

Cuadro 18 Correlación de las variables estudiadas en
 crisantemo Chrysanthemum morifolium cv. White
 Marble para el tratamiento de concentración alta.

		Diámetro de flor	Diámetro de tallo	Longitud de tallo	Altura de planta	Número de hojas	Número de nudos
Diámetro de flor	1		0.49154	0.010919	0.029337	0.176988	0.085533
Diámetro de tallo			1	-0.25138	0.116924	-0.27152	-0.29918
Longitud de tallo				1	0.361901 [*]	-0.09171	-0.26046
Altura de planta					1	0.08548	0.01430
Número de hojas						1	0.8052 ^{**}
Número de nudos							1

r 0.05 = 0.312

* significativa

r 0.01 = 0.408

** altamente significativa

5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del trabajo experimental se puede concluir que:

- La concentración media utilizada resultó ser la óptima para el desarrollo del crisantemo, mediante el sistema utilizado y en la época en que se realizó el experimento.

- Es posible utilizar una sola concentración de la solución nutritiva durante todo el ciclo vegetativo de la planta de crisantemo.

- Se puede utilizar la concentración media para cubrir la etapa de crecimiento del crisantemo y la concentración baja aplicarla en la aparición del botón floral.

- Las variaciones en el pH y la conductividad eléctrica que se presentaron fueron adecuados para el desarrollo del cultivo en las concentraciones utilizadas, por lo cual se considera que independientemente del rendimiento, el crisantemo también en este sistema por sub-irrigación puede tolerar variaciones en la concentración de sales.

- Las componentes evaluadas fueron afectadas por las concentraciones utilizadas. Sin embargo, de acuerdo a los requerimientos de calidad para el mercado presentó mayor importancia el diámetro de flor y la longitud de tallo comercial, aunado a los días a floración.

B I B L I O G R A F I A

- Adams, P. D. and D. M. Massey (1984). Nutrient uptake by tomatoes from recirculating solutions. ISOSC Proceeding pp 71-79.
- Barret, R. E., D. P. Ormrod and R. Jung (1978). Soil heating effects on bench-grown chrysanthemum. HortScience 13 (5): 591-592.
- Blondon, F. (1981). La relative des exigences en facteurs pour la floraison des chrysanthemes. Un exemple Chrysanthemum morifolium "Shuokan". Acta Horticulturae 125: 119-126.
- Brinkman, M. A. and K. J. Frey (1977). Yield-component analysis of oat isolines that produce different grain yield. Crop Science vol. 17 (1): 165-168.
- Coic, Y. et Lesaint, C. (1973). Le probleme de proportion des formes NO_3^- et NH_4^+ de la nutrition azotée dans les cultures sol. IWOSC Proc. 3rd Int. Congr. Soilles Cult. pp. 13-19.
- Conafrut - SARH (1982). Producción comercial del crisantemo. Depto. de Fitopatología.
- Espinoza, R. P. (1985). Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponia bajo invernadero. Tesis de licenciatura UACH Chapingo, México.

Evans, L. T., I. F. Wardlaw y R. A. Fisher (1975). Aspectos comparativos de la fisiología del rendimiento de grano en cereales. División of plant industry, CSIRO, Canberra, A.C.T., Australia. Traducida por J. L. Arellano.

Fira (1985). Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie Agricultura. Hortícola Ornamental.

Gislerød, H. R. and A. R. Selmer-Olsen (1980). Nutrient content of chrysanthemum grown in recirculated nutrient solution. Acta Horticulturae 98: 211-219.

Gislerød, H. R. and A. R. Selmer-Olsen (1980). The responses of chrysanthemum to variations in salt concentration when grown in recirculated nutrient solution. Acta Horticulturae 98: 201-210.

Gislerød, H. R. (1981). Effect of root temperature and propagation media on chrysanthemum in circulating nutrient solution. Acta Horticulturae 126: 417-425.

Gislerød, H. R. and A. R. Selmer-Olsen (1981). Effect of root temperature on nutrient uptake by chrysanthemum. Acta Horticulturae 126: 427-433.

Grainfenberg, A. (1972). Use of the greenhouse during summer with different Chrysanthemum indicum varieties. Acta Horticulturae 43: 167-173.

Huterwal, G. O. (1956). Hidroponia. Ed HOBBY. Australia.

Ikeda, H. and T. Osawa (1984). Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. ISOSC Proceeding pp. 273-283.

Jacob, A. (1973). Fertilización. Ediciones Euroamericanas, 4a edición, México.

Komosa, A. (1981). Low and high critical levels of nitrogen, phosphorus and potassium for chrysanthemum chrysanthemum morifolium cv. Balcombe Perfection. Acta Horticulturae 125: 61-67.

Larson, R. A. (1988). Introducción a la floricultura. Ed. AGT. Editor S. A. México.

Lunt, O. R. and A. M. Kofranek (1958). Nitrogen and potassium nutrition of chrysanthemum. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 72: 487-497.

Martínez, S. A. (1981). Características del crisantemo y su cultivo.
CONAFRUT. México.

Mengel, K. and E. Kirkby (1982). Principles of plant nutrition.
International Potash Institute. Switzerland.

Mera, O. F. and L. E. Vidal (1985). Efecto de la fórmula de producción
sobre las componentes de rendimiento de dos variedades de maíz
de riego. Tesis de licenciatura FES-Cuautitlan, México.

Morgan, J. V., A. T. Moustafa and A. Tan (1980). Factors affecting the
grown-on stages of lettuce and chrysanthemum in nutrient
solution culture. Acta Horticulturae 98: 253-261.

Morgan, J. V. y A. T. Moustafa (1981). The effects of root zone warming
and low temperature on the growth and quality of spray
chrysanthemum in nutrient solution culture. Acta Horticulturae
125: 133-141.

Nason, A. (1980). Biología. Ed. LIMUSA. México.

Penningsfeld, F. y P. Kurzman (1983). Cultivos hidropónicos y en turba.
Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

ESTÁ PERDIDA
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Prieto, C. E., J. A. Escobar, G. y A. Posada, D. (1986). Densidades de siembra de dos variedades comerciales de crisantemo Chrysanthemum morifolium Ramat. en Piendamó CAUCA. Acta Agronómica 36 (3) 58-67.

Ramírez, D. J. L. (1985). Análisis del crecimiento del rendimiento de los híbridos de maíz H-30 y H-31 y de sus progenitores. Tesis de Maestría en Ciencias Colegio de Postgraduados Chapingo, México.

Rasmusson, D. C. and R. Q. Cannell (1970). Selection for grain yield and components of yield in barley. Crop Science 10 (1) 51-54.

Resh, H. R. (1982). Cultivos hidroponicos. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Sánchez, C. F. y R. E. Escalante (1983). Hidroponia, principios y métodos de cultivo. Ed. Patronato Universitario UACH Chapingo, México.

Scangel, F. R. (1977). El reino vegetal. Ed. Omega, Barcelona.

Schwarz, M. (1977). Guide to commercial hydroponics. Jerusalem: Israel Univ. Press. 4th edition.

Steiner, A. A. (1961). A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and soil 15: 134-154.

Steiner, A. A. (1973). The selective capacity of tomato plants for nutrient solution. IWOSC Proceeding pp. 43-53.

Steiner, A. A. (1984). The universal nutrient solution. ISOSC Proceeding pp. 883-849.

Turner, W. I. y V. M! Henry (1954). Horticultura floricultura sin tierra. Ed. UTEHA, México.

Veen, J. W. H. van (1968). Interrupted bud formation in spray chrysanthemum shape and quality of the inflorescence. Acta Horticulturae 14: 39-47.

Votruba, R. (1981). Premature Budding in Chrysanthemum morifolium relation to the age of stock plants. Acta Horticulturae 125: 111-117.