

# PRODUCCIÓN Y CALIDAD COMERCIAL DE FLOR DE CRISANTEMO

## Production and Quality of Chrysanthemum Flower

E. Araceli Gaytán-Acuña<sup>1</sup>, Daniel L. Ochoa-Martínez<sup>1†</sup>, Rómulo García-Velasco<sup>1</sup>,  
Emma Zavaleta-Mejía<sup>1</sup> y Gustavo Mora-Aguilera<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se estudió el efecto de la fertilización en crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) cv. Polaris comparando un sistema de manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC). El MIC consistió en la aplicación al suelo de las fórmulas 12-12-12 y 19-19-19 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O a dosis de 20 y 50 g m<sup>-2</sup>, respectivamente, más 10 fertilizantes foliares. El MTC consistió en la aplicación al suelo de las fórmulas 18-46-00 y 18-18-18, ambas a dosis de 50 g m<sup>-2</sup>, más ocho fertilizantes foliares. Se evaluaron las variables altura (at), diámetro de tallo (dt), número de hojas (nh), diámetro (df) y color de inflorescencia (ci). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre MIC y MTC (t Student,  $\alpha = 0.05$ ) en las variables que indicaron la calidad de la flor cortada (at = 104/113.2 cm, dt = 0.6/0.5 cm, nh = 19/16 y df = 11.4/10.8 cm, para MIC y MTC, respectivamente). También se encontró diferencia estadística en la concentración de P, K, Ca y Mg entre órganos, siendo mayores en el sistema MIC que en MTC, a excepción del N, que fue menor en MIC. Estos valores se compararon con estándares de referencia y se encontró que las concentraciones de P, K, Ca y Mg fueron de suficientes a adecuadas, mientras que la concentración de N fue de baja a crítica, en ambos tratamientos. En el caso de los micronutrientes, las concentraciones de Fe, Cu, Zn y Mn fueron de suficientes a adecuadas, en ambos tratamientos. La mayor concentración de N, K y Fe se encontró en hojas, en ambos tratamientos.

**Palabras clave:** *Dendranthema grandiflora*, fertilización, manejo integrado del cultivo.

### SUMMARY

The effect of fertilization on chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) cv. Polaris was evaluated under integrated crop management (ICM) and technified crop management (TCM). In ICM 12-12-12 and 19-19-19 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) fertilizers were applied at 20 g m<sup>-2</sup> and 50 g m<sup>-2</sup> doses, respectively, plus 10 foliar fertilizers (in TCM 18-46-00 and 18-18-18 were applied at 50 g m<sup>-2</sup> dose + eight foliar fertilizers). At harvest, the quality of 100 flowers of each treatment and nutrient concentration in floral stems were evaluated. Quality was evaluated by measuring the diameter of inflorescence (di), the height (sh) and diameter of stem (sd) as well as the number of leaves/stem (sl). In both treatments statistical differences were observed (t Student,  $\alpha = 0.05$ ) in all evaluated variables (di = 11.4/10.8 cm, sh = 104/113.2 cm, sd = 0.6/0.5 cm and 19/16 for ICM/TM, respectively). The nutrient concentration was evaluated in 36 stems of each treatment by the wet digestion method. The concentration of P, K, Ca, and Mg were higher in ICM than in TCM, while N concentration was higher in TCM than in ICM. The concentration of each nutrient was compared with standard values. The concentration of N varied from low to critical while the P, K, Ca, and Mg concentration varied from sufficient to normal. The Fe, Cu Zn, and Mn concentration of nutrients varied from sufficient to normal in both treatments. The leaves showed the highest concentration of N, K, and Fe compared with the one in stem and inflorescence in both treatments.

**Index words:** *Dendranthema grandiflora*, fertilization, integrated crop management.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que enfrenta la floricultura mexicana es la disminución del rendimiento y la calidad de la producción, debido a desbalances nutrimentales, resultado de una fertilización inadecuada. En

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, 56230 Montecillo, estado de México.

<sup>†</sup> Autor responsable (ldaniel@colpos.mx)

la actualidad, se cuenta con diversos métodos de diagnóstico, como el análisis de suelo o sustrato, el análisis de tejido vegetal y la evaluación visual (Alcántar-González *et al.*, 1992). Sin embargo, un diagnóstico con base en síntomas visuales no resulta confiable, ya que puede presentarse una interacción de deficiencias de dos o más nutrimentos (Arbos, 1992). El análisis de tejido vegetal es una técnica que permite medir el contenido de nutrimentos en las plantas de manera precisa y relativamente rápida, cuyos resultados deben relacionarse con información del suelo, clima y manejo del cultivo (Alcántar-González *et al.*, 1992).

El análisis químico del tejido vegetal permite prevenir las deficiencias nutrimentales, una vez que se conocen los elementos que deben aportarse al suelo, por encontrarse en éste a bajas concentraciones. Sin embargo, este conocimiento no es suficiente por sí mismo para obtener una buena producción y calidad en especies que se propagan vegetativamente, por lo que debe considerarse también la calidad del material de plantación. En crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev), la plantación debe iniciarse con esquejes enraizados de calidad, los cuales deben tener el tallo fuerte, de 7 a 8 cm de longitud, con seis a siete hojas de color verde intenso, libres de plagas y enfermedades, raíces de 1 a 2.5 cm de largo de color crema y sólidas, ya que, de lo contrario, la fertilización poco ayudará para su posterior desarrollo en campo (Ball, 1991). Además, la nutrición, el pH del suelo, el agua y la temperatura influyen en la velocidad de crecimiento y desarrollo del cultivo, lo cual indudablemente determina, de manera considerable, la calidad de la flor cortada (Kofranek, 2004).

El presente estudio se realizó con el objetivo de conocer el efecto en producción y calidad del crisantemo Polaris en un sistema de manejo integrado del cultivo (MIC) y un sistema de manejo tecnificado del cultivo (MTC).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una plantación comercial de crisantemo cultivar Polaris ubicada en Santa Ana Ixtlahuatzingo, municipio de Tenancingo, estado de México. La región tiene un clima CW (templado con lluvias en verano), con un promedio de precipitación de 1000 a 1500 mm al año, un período de lluvias de convección en verano y parte del otoño y una temperatura media anual de 18.2 °C.

Se evaluaron dos tratamientos, consistentes en los sistemas de producción: a) manejo integrado del cultivo (MIC) y b) manejo tecnificado del cultivo (MTC), los cuales se establecieron en camas de siembra de 1 m de ancho x 40 m de largo (40 m<sup>2</sup> en total), con una densidad de 56 plantas m<sup>-2</sup> (2240 plantas total/tratamiento). En ambos casos, se utilizó esqueje adquirido en la empresa Planta Vel S.A. de C. V., ubicada en la misma localidad. En la cama de siembra donde se estableció el sistema MIC, se realizó un análisis de las características fisicoquímicas del suelo, así como del agua de riego (Cuadros 1 y 2). El MIC comprende factores relacionados con el cultivo, plagas, enfermedades, nutrición, riego, almacenamiento y comercialización, entre los más importantes, con el propósito de tener una producción sustentable a través de prácticas de bajo impacto ambiental. En la presente investigación, se realizaron prácticas que en trabajos previos han mostrado ser eficientes para alcanzar la meta indicada. La eficiencia de este sistema debe evaluarse a nivel regional o local, comparando rendimiento y calidad de la producción, costos, reducción de incidencia y severidad de plagas y enfermedades con el sistema de producción realizado por el mejor productor de la zona, al cual se le denomina como manejo tecnificado del cultivo (MTC). En este último caso, el productor se encarga de hacer todas las actividades culturales en la forma que las realiza en cada ciclo de cultivo y sólo se anotan las fechas y prácticas realizadas, así como los datos de las variables evaluadas en el MIC con fines de comparación.

### Fertilización en Manejo Integrado del Cultivo (MIC)

Con base en los resultados del análisis químico del suelo (Cuadro 1) y la guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo (Vázquez-Alarcón, 1996), se procedió a fertilizar de manera periódica y en bajas concentraciones: en preplantación se realizó una fertilización de fondo, con la fórmula 12-12-12 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O (20 g m<sup>-2</sup>), la misma fórmula, en dosis de 25 g m<sup>-2</sup>, se aplicó en fertirriego semanalmente por cuatro semanas consecutivas después del trasplante. En la semana cinco, se fertilizó con la fórmula 19-19-19 (50 g m<sup>-2</sup>) agregando 5 mL de ácidos húmicos L<sup>-1</sup> de agua (200 L/cama de siembra) para estimular el desarrollo vegetativo de la planta, cada siete días se aplicó una serie de fertilizantes foliares y promotores del crecimiento, en dosis comercial, de la semana dos a la semana ocho, en el siguiente orden: Biozymet, Agromil-

**Cuadro 1. Características del análisis químico del suelo de Santa Ana Ixtlahuatzingo, municipio de Tenancingo, estado de México, donde se estableció crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. Polaris.**

| Profundidad | pH  | CE                 | MO            | N    | P                  | CIC   | K   | Ca       | Mg    | Na   |
|-------------|-----|--------------------|---------------|------|--------------------|-------|-----|----------|-------|------|
| cm          |     | dS m <sup>-1</sup> | ----- % ----- |      | mg L <sup>-1</sup> | ----- |     | meq/100g | ----- |      |
| 0-30        | 6.2 | 0.27               | 1.9           | 0.11 | 100                | 19.4  | 1.1 | 11.3     | 4.8   | 1.16 |

CE = conductividad eléctrica, MO = materia orgánica, CIC = capacidad de intercambio catiónico.

plus, Nutri-humus, Bayfolan 9.4-6.56-4.92, Maxi-grow y Humifert 10-5-5. En la semana doce después del trasplante, cuando inició la formación de botón floral, se aplicó B-Nine (ácido succínico 2,2-dimetilhidracida) en dosis de 3.15 g L<sup>-1</sup> para detener el crecimiento del tallo floral; para estimular la floración se aplicaron fertilizantes foliares con alto contenido de P y K, con la secuencia: Kadostin 5-0-6, Green-potash 0-26-40, Folim 6-18-6, Nutri-phite 4-30-8, Humifert 10-5-5, Kelcalcio y Super K 0-40-53, hasta una semana antes del corte. Asimismo, en todas las aplicaciones de los fertilizantes foliares, el pH se ajustó a 6.3 ± 0.2 con ácido sulfúrico 1N y se adicionó un tenso activo (Tween 20), ya que el análisis químico del agua de riego de la parcela donde se realizó la investigación tenía un pH de 7.4 (Cuadro 2).

### Fertilización en Manejo Tecnificado del Cultivo (MTC)

En este sistema, la fertilización la realizó el productor cooperante, de acuerdo con un programa preestablecido que se repite cada ciclo de cultivo. La aplicación de fertilizantes sólidos y foliares se inició dos semanas después del trasplante (dt), con la fórmula 18-46-00 (50 g m<sup>-2</sup>); una segunda aplicación se hizo en la Semana 5 dt con la fórmula 18-18-18 (50 g m<sup>-2</sup>). También se realizaron fertilizaciones foliares cada siete días, con los siguientes productos, en dosis comerciales: Gro-green 11-8-6, Green-crop, Humifert 10-5-5, Folim 0-40-40, Green-potash 0-26-40, Kadostin 5-0-6 y B-Nine (ácido succínico 2,2-dimetilhidracida) en dosis de 0.5 g L<sup>-1</sup> en las Semanas 10, 12 y 14 dt. Además, se aplicaron dos

productos conocidos por los productores de la región como “estimulante” y “potasio”, de los cuales se desconoce su composición. En este caso, no se ajustó el pH del agua para la fertilización foliar.

### Riegos

En ambos tratamientos, se aplicaron riegos con regadera a baja presión, cada tercer día durante las dos primeras semanas después del trasplante, para evitar el arrastre del esqueje y de los productos aplicados en el caso del tratamiento MIC. Posteriormente, se realizaron riegos rodados a punto de saturación, hasta la cosecha.

### Variables Estudiadas

Las variables de calidad: altura, diámetro de tallo, número de hojas, diámetro y color de inflorescencia, se evaluaron antes de la cosecha, seleccionando de manera dirigida las flores que se encontraban en el punto óptimo de corte en ambos tratamientos (MIC y MTC), cuando la inflorescencia tiene un diámetro de 5 a 10 cm (Kofranek, 2004). En la presente investigación, se cortó el tallo floral cuando la inflorescencia tenía un diámetro de 8 cm, aproximadamente.

**Diámetro y color de inflorescencia.** El diámetro de la inflorescencia se determinó tomando al capítulo floral por la corola (quedando el tallo entre los dedos medio y anular), para medirlo con un flexómetro de extremo a extremo, en forma horizontal. El color se evaluó con la carta de colores de la Royal Horticultural Society (1973).

**Cuadro 2. Características del análisis químico del agua de riego de Santa Ana Ixtlahuatzingo, municipio de Tenancingo, estado de México utilizada para regar al crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. Polaris.**

| pH  | CE                 | CO <sub>3</sub>     | HCO <sub>3</sub>    | Cl    | N-NO <sub>3</sub> <sup>†</sup> | S-SO <sub>4</sub> <sup>‡</sup> | PO <sub>4</sub> | K     | Ca                 | Mg    | Na    | RAS <sup>§</sup>    | PSI <sup>#</sup> |
|-----|--------------------|---------------------|---------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------|--------------------|-------|-------|---------------------|------------------|
|     | dS m <sup>-1</sup> | mol L <sup>-1</sup> | meq L <sup>-1</sup> | ----- | mol L <sup>-1</sup>            | -----                          | -----           | ----- | mg L <sup>-1</sup> | ----- | ----- | meq L <sup>-1</sup> | ---              |
| 7.4 | 0.38               | T <sup>¶</sup>      | 2.25                | 0.71  | T                              | 0.19                           | 0.99            | 0.09  | 0.71               | 1     | 1.35  | 1.4                 | 0.7              |

CE = conductividad eléctrica. <sup>†</sup> Nitración con ácido acetil salicílico. <sup>‡</sup> Por diferencia entre la nitración con ácido acetil salicílico y la colorimetría de azul de molibdeno. <sup>§</sup> RAS = relación de adsorción de sodio. <sup>#</sup> PSI = porcentaje de sodio en el suelo. <sup>¶</sup> T = trazas.

**Número de hojas.** Se contabilizó el número total de hojas verdes, sin daño físico aparente, desde la base del tallo hasta la parte baja de la inflorescencia.

**Altura y diámetro de tallo.** La altura del tallo se midió a partir del punto de ramificación cerca del suelo hasta la base de la inflorescencia, mientras que el diámetro se midió con un vernier, a una distancia de 30 cm de la base de la corola.

**Concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn en los órganos.** Se seleccionaron tres tallos florales de cada tratamiento en el punto de corte óptimo, se cortó la inflorescencia, el tallo se dividió en dos segmentos (denominados parte basal y parte apical) y se cortaron y se separaron, de manera individual, las hojas de cada segmento de tallo. Todos los segmentos obtenidos de las plantas (inflorescencia, tallo parte basal, tallo parte apical, hojas parte basal y hojas parte apical) se analizaron para determinar su concentración nutrimental. Tallos, hojas e inflorescencia se lavaron con agua destilada y se enjuagaron, al final, con agua desionizada; posteriormente, se sometieron a 70 °C durante 72 h para obtener la materia seca. Se realizó una digestión húmeda con ácido nítrico, ácido perclórico y ácido sulfúrico concentrados. El N total se determinó por el método de microkjeldahl, con una mezcla de ácido sulfúrico-salicílico; la cantidad de fósforo total se obtuvo por el método vanadato-molibdato amarillo (Chapman y Pratt, 1973). La determinación de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn se realizó por absorción atómica (Isaac y Kerber, 1971). El contenido de macro y micronutrientes se comparó con los datos registrados por Jones *et al.* (1991) y Kofranek (2004).

**Extracción de nutrimentos en tallos florales.** Esta variable se determinó relacionando el peso seco y la concentración nutrimental de la inflorescencia, tallo parte basal, tallo parte apical, hojas parte basal y hojas parte apical.

**Análisis de datos.** Se realizó un análisis de varianza y la separación de medias mediante la prueba t-Student ( $\alpha = 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diámetro y Color de Inflorescencia

La combinación y distribución de los fertilizantes, realizada en el manejo integrado del cultivo (MIC), estuvo asociada con una mejor calidad de la inflorescencia, comparada con la obtenida en el manejo

tecnificado del cultivo (MTC) en las variables evaluadas. El diámetro de la inflorescencia obtenido en MIC fue 0.6 cm mayor que el registrado en MTC (11.4 y 10.8 cm, respectivamente) (Cuadro 3).

En un trabajo previo, en el cual se utilizó esqueje certificado y esqueje no certificado de crisantemo Polaris, se encontró un diámetro de inflorescencia promedio de 7.4 y 6.5 cm, respectivamente, valores menores que los registrados en la presente investigación, debido, entre otras cosas, a que no se consideró un programa de fertilización (Ochoa-Martínez *et al.*, 1996). Las inflorescencias obtenidas en MIC tuvieron un centro de aproximadamente 4 cm, con una coloración amarillo oro (Yellow-Orange 17A) y la periferia color amarillo muy pálido (Yellow 11C), dando un contraste de color a la inflorescencia que es apreciado por los productores y consumidores de crisantemo (Figura 1b). Por el contrario, las inflorescencias obtenidas en el tratamiento MTC tuvieron un centro de 2 cm, aproximadamente, con una coloración amarillo pálido con la periferia de color amarillo muy pálido, coloración que era menos contrastante (Figura 1a) (Royal Horticultural Society, 1973). También se observó que las inflorescencias obtenidas en MIC tuvieron una forma globular (Figura 1b), a diferencia de las cosechadas en MTC, que mostraban una forma más aplanada (Figura 1a). Las inflorescencias de crisantemo con forma globular se consideran de mayor calidad que las aplanadas (Kofranek, 2004).

### Número Total de Hojas

El número total de hojas de las plantas obtenidas en MTC fue menor que el registrado en las plantas con MIC, a pesar de la menor altura de tallo obtenido en este último (Cuadro 3). Además, las hojas de las plantas obtenidas en MIC se apreciaban de color verde más

**Cuadro 3.** Diámetro de inflorescencia (di), diámetro de tallo (dt), hojas por tallo (ht) y altura de tallo (at) registrados en crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. Polaris, cultivado con un manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC).

| Sistema de manejo | di                  | dt    | ht     | at      |
|-------------------|---------------------|-------|--------|---------|
|                   | - - - - cm - - - -  |       |        | cm      |
| MIC               | 11.4 a <sup>†</sup> | 0.6 a | 19.0 a | 104.0 b |
| MTC               | 10.8 b              | 0.5 b | 16.0 b | 113.2 a |

<sup>†</sup> Valores seguidos por la misma letra son estadísticamente iguales, t-Student ( $\alpha = 0.05$ ).

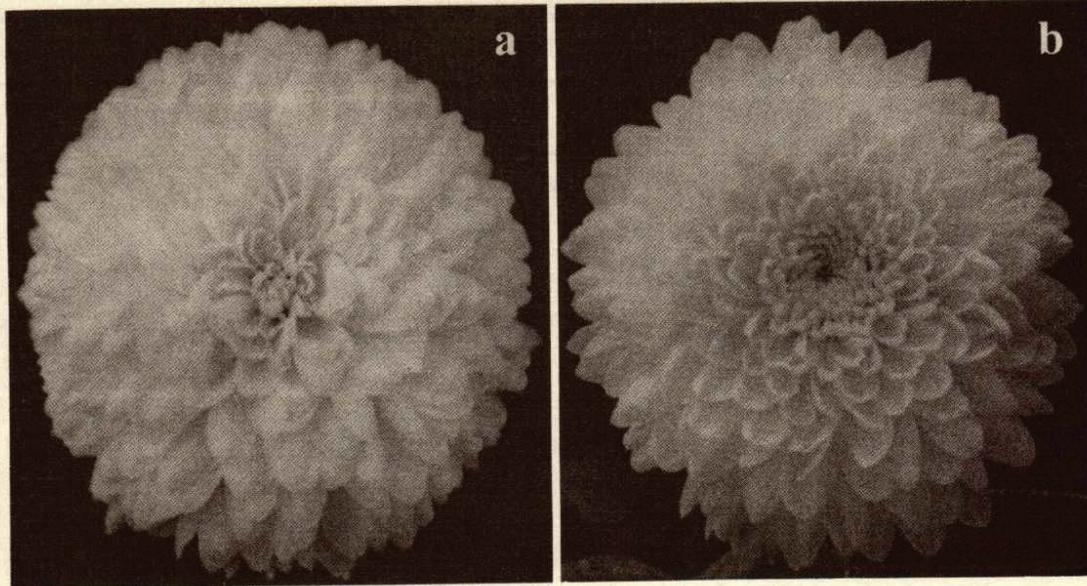


Figura 1. a) Inflorescencia obtenida con un manejo tecnificado del cultivo (MTC), en la cual se aprecia poco contraste de coloración entre la parte central y la periferia, así como una forma más aplanada debido al poco desarrollo de los pétalos de la parte central. b) Inflorescencia obtenida con un manejo integrado del cultivo (MIC), en la cual se aprecia un contraste notorio de coloración entre la parte central y la periferia, así como una forma globular debido a que los pétalos de la parte central están más desarrollados.

intenso, con menos daño físico y un poco más gruesas que las de plantas obtenidas en MTC. A pesar de que tanto en MIC, como en MTC, se aplicó B-Nine, las mejores características observadas en hojas del tratamiento MIC pudieron deberse a la concentración utilizada ( $3.15 \text{ g L}^{-1}$ ) y a que sólo se aplicó una sola vez en la Semana 12, a diferencia del tratamiento MTC, en el cual se aplicó a menor dosis ( $0.5 \text{ g L}^{-1}$ ) en las Semanas 10, 12 y 14. El B-Nine se utiliza, de manera frecuente, en la floricultura comercial para reducir la longitud del tallo floral, debido a que inhibe la acción de las giberelinas, principales hormonas vegetales responsables de la elongación celular. Si bien los efectos de este producto son más notables en tallos, pecíolos y pedúnculos, en hojas se ha reportado que reduce la expansión foliar, aumenta el grosor de la lámina y produce una coloración verde oscuro (Latimer, 2001).

#### Altura y Diámetro de Tallo

La altura de tallo fue mayor en plantas de MTC (113.2 cm), que en plantas de MIC (104.0 cm) (Cuadro 3). Tallos demasiado altos de crisantemo ( $> 110 \text{ cm}$ ) dificultan su corte y no son preferidos por los productores. El crisantemo tiende a formar tallos altos

cuando el fotoperíodo es corto, condición característica del invierno. Por esta razón, para el productor es de gran importancia obtener plantas que no sobrepasen 110 cm en el ciclo de invierno. A pesar de que en ambos sistemas de manejo (MIC y MTC) se utilizó B-Nine para regular la longitud del tallo, el inicio de su aplicación, la frecuencia y las dosis empleadas en MIC fueron, aparentemente, las más adecuadas para obtener tallos de la altura apropiada ( $> 105 \text{ cm}$  y  $< 110 \text{ cm}$ ) (Cuadro 3).

#### Peso Seco y Concentración de Nutrientos en Diferentes Partes de la Planta

En el peso seco de los segmentos de tallos, hojas e inflorescencia, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 4). Sólo se tuvieron diferencias entre tratamientos en el contenido de N de la parte basal del tallo (TPB) (mayor en MTC que en MIC); las cantidades de P, K y Ca en hoja de la parte basal (HPB) (mayores en MTC que en MIC); Mg en tallo parte apical (TPA) (mayor en MIC que en MTC); hoja parte basal (HPB) e inflorescencia (F) (valores más altos en MTC que en MIC). En ambos tratamientos, los contenidos de N y K fueron mayores que los registrados para P, Ca y Mg, en todos los segmentos vegetales

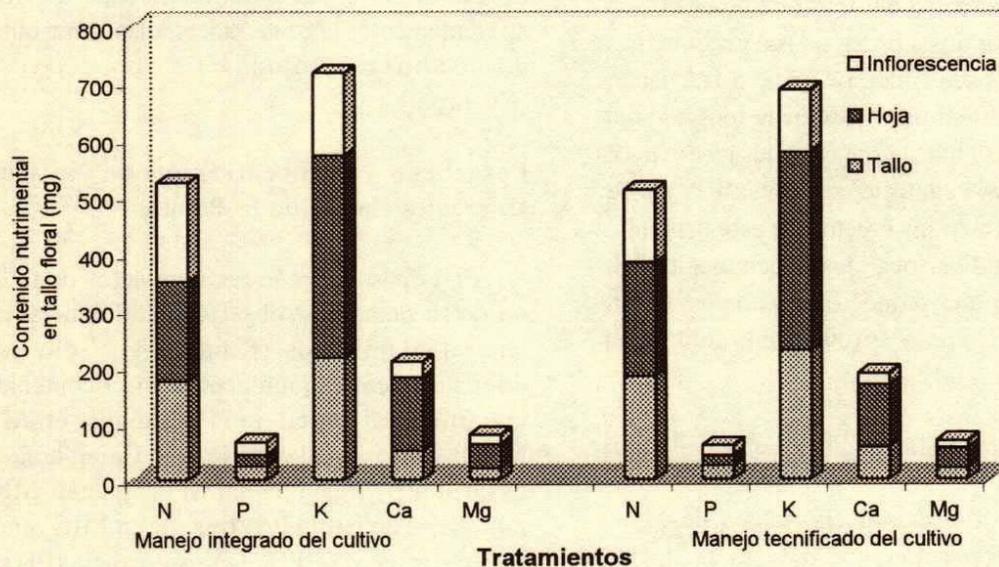
**Cuadro 4. Concentración de macronutrientos obtenidos en tejidos vegetales de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. Polaris cultivadas con un manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC).**

| Sistema de manejo | Parte analizada de planta <sup>†</sup> | Peso seco <sup>‡</sup><br>g | %                |        |        |        |        |
|-------------------|--|-----------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|
|                   |  |                             | N                | P      | K      | Ca     | Mg     |
| MIC               | TPB                                    | 11.21 a                     | 0.75 b           | 0.14 a | 1.10 a | 0.21 a | 0.07 a |
|                   | TPA                                    | 7.88 a                      | 1.13 a           | 0.10 a | 1.15 a | 0.34 a | 0.14 b |
|                   | HPB                                    | 2.90 a                      | 2.33 a           | 0.29 a | 6.17 a | 2.12 a | 0.75 a |
|                   | HPA                                    | 3.50 a                      | 3.09 a           | 0.33 a | 5.63 a | 1.95 a | 0.63 a |
|                   |  |                             | B-C <sup>§</sup> | S-Ad   | S      | S-Ad   | S      |
| I                 | 6.48 a                                 | 2.68 a                      | 0.37 a           | 2.23 a | 0.42 a | 0.26 a |        |
| MTC               | TPB                                    | 10.30 a                     | 0.88 a           | 0.14 a | 1.19 a | 0.29 a | 0.07 a |
|                   | TPA                                    | 7.39 a                      | 1.23 a           | 0.12 a | 1.40 a | 0.36 a | 0.15 a |
|                   | HPB                                    | 3.04 a                      | 2.68 a           | 0.25 b | 5.72 b | 1.95 b | 0.68 b |
|                   | HPA                                    | 3.60 a                      | 3.33 a           | 0.28 a | 4.91 a | 1.42 a | 0.46 a |
|                   |  |                             | B-C              | S-Ad   | S      | S-Ad   | S      |
| I                 | 5.50 a                                 | 2.30 a                      | 0.35 a           | 1.98 a | 0.35 a | 0.22 b |        |

<sup>†</sup> TPB = tallo parte basal; TPA = tallo parte apical; HPB = hoja parte basal; HPA = hoja parte apical; I = inflorescencia. <sup>‡</sup> Valores seguidos por la misma letra son estadísticamente iguales, t-Student ( $\alpha=0.05$ ). <sup>§</sup> B = bajo, S = suficiente, A = alto (Clasificación de Jones *et al.*, 1996); Ad = adecuado, C = crítico, D = deficiente (Clasificación de Kofranek, 1994).

analizados (Cuadro 4). Asimismo, en los dos tratamientos, se tuvieron los valores más altos de Ca en las hojas, siendo ligeramente mayores en MIC que en MTC. Los altos contenidos de N, K y Ca pudieron estar relacionados con la mejor apariencia observada en el follaje de las plantas del tratamiento MIC, el cual

consistió en un color verde intenso (por una buena asimilación de N), mejor turgencia (por el K) y menor daño físico, debido a que el Ca se relaciona con un mayor grosor de la pared celular (Marschner, 1990). Con relación a los micronutrientos, sólo hubo diferencias estadísticas en Cu para TPA (mayor valor en MIC que



**Figura 2. Extracción de macronutrientos en tallo floral de *Dendranthema grandiflora* cv. Polaris obtenidos en un sistema de manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC), Santa Ana Ixtlahuatzingo, Tenancigo, estado de México.**

en MTC), así como en Zn y Mn en TPB (cantidades más altas en MTC que en MIC) (Cuadro 5).

Con base en el contenido nutrimental (Figura 2), en ambos tratamientos, el gradiente de extracción de macronutrientes fue  $K > N > Ca > Mg > P$ . Sin embargo, en el tratamiento MIC se tuvo un mayor contenido nutrimental de K y Ca (Figura 2).

Con relación al contenido nutrimental (Figura 3), en ambos tratamientos, el gradiente de extracción de micronutrientes fue  $Fe > Mn > Zn > Cu$ . No obstante, en el tratamiento MIC, se obtuvo un mayor contenido nutrimental de Fe que está relacionado con la síntesis de clorofila, fotosíntesis, síntesis de proteínas, respiración, transferencia de energía y fijación del nitrógeno atmosférico (Domínguez, 1988) (Figura 3).

Las diferencias en fertilización entre ambos tratamientos consistieron en el momento, frecuencia y concentración de las fórmulas de fertilización. En el tratamiento MIC, la fórmula de fertilización se aplicó en el momento del trasplante, fue más baja y se repitió la misma dosis cuatro semanas más, buscando proporcionar, de manera continua, los nutrientes para su mejor asimilación. Contrariamente, en el tratamiento MTC, se aplicó una fórmula más alta de fertilización, pero no en el momento del trasplante, como en el caso anterior, sino dos semanas después de éste. Otra diferencia entre ambos tratamientos fue

la aplicación de ácidos húmicos: MIC los tuvo y MTC no. Los ácidos húmicos son coloides que tienen una alta capacidad de intercambio catiónico (Bohn *et al.*, 1993), mismos que pudieron contribuir a retener los nutrientes que se estaban aplicando de manera frecuente y en dosis bajas en el tratamiento MIC, debido a que en el análisis de suelo se obtuvo un bajo porcentaje de materia orgánica (Cuadro 1).

## CONCLUSIONES

- En el manejo integrado del cultivo (MIC), al considerar mejores prácticas culturales, se mejoró la calidad de la inflorescencia de crisantemo Polar.
- La concentración de nutrientes en los órganos de los tallos florales analizados estuvo asociada con la forma globular y contraste de color de la inflorescencia, así como con un follaje de coloración verde más intenso, obtenido en MIC, características consideradas de calidad en crisantemo.
- El gradiente de extracción de macronutrientes en tallos florales de crisantemo cv. Polaris fue en hojas > tallos > inflorescencia, mientras que en los micronutrientes, el comportamiento fue hojas > inflorescencia > tallos.
- Como resultado de esta investigación se proponen los siguientes estándares de calidad de flor cortada de

Cuadro 5. Concentración de micronutrientes obtenidos en tejidos vegetales de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. Polaris cultivadas con un manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC).

| Sistema de manejo | Parte analizada de la planta <sup>†</sup> | Peso seco <sup>‡</sup> | Fe                 | Cu             | Zn       | Mn       |
|-------------------|---|------------------------|--------------------|----------------|----------|----------|
|                   |   | g                      | mg L <sup>-1</sup> |                |          |          |
| MIC               | TPB                                       | 11.21 a                | 19.66 a            | 5.66 a         | 7.33 b   | 15.00 b  |
|                   | TPA                                       | 7.88 a                 | 11.66 a            | 6.00 a         | 6.66 a   | 15.66 a  |
|                   | HPB                                       | 2.90 a                 | 410.66 a           | 57.00 a        | 10.00 a  | 162.00 a |
|                   |   |                        |                    | Ad             | Ad       |          |
|                   | HPA                                       | 3.50 a                 | 264.66 a           | 43.66 a        | 98.33 a  | 43.66 a  |
|                   |   |                        |                    | S <sup>§</sup> | S-Ad     | S        |
|                   | I   | 6.48 a                 | 96.66 a            | 17.33 a        | 100.33 a | 29.66 a  |
| MTC               | TPB                                       | 10.30 a                | 13.66 a            | 5.33 a         | 27.00 a  | 26.33 a  |
|                   | TPA                                       | 7.39 a                 | 20.00 a            | 4.33 b         | 17.00 a  | 31.66 a  |
|                   | HPB                                       | 3.04 a                 | 317.33 a           | 16.33 a        | 165.33 a | 215.66 a |
|                   |   |                        |                    | Ad             | Ad       |          |
|                   | HPA                                       | 3.60 a                 | 197.66 a           | 11.66 a        | 107.66 a | 163.66 a |
|                   |   |                        |                    | S              | S-Ad     | S        |
|                   | I   | 5.50 a                 | 99.66 a            | 14.66 a        | 151.00 a | 44.66 a  |

<sup>†</sup> TPB = tallo parte basal; TPA = tallo parte apical; HPB = hoja parte basal; HPA = tallo parte basal; I = inflorescencia. <sup>‡</sup> Valores seguidos por la misma letra son estadísticamente iguales, t-Student ( $\alpha = 0.05$ ). <sup>§</sup> B = bajo, S = suficiente, A = alto (clasificación de Jones *et al.*, 1996); Ad = adecuado, C = crítico, D = deficiente (clasificación de Kofranek, 1994)

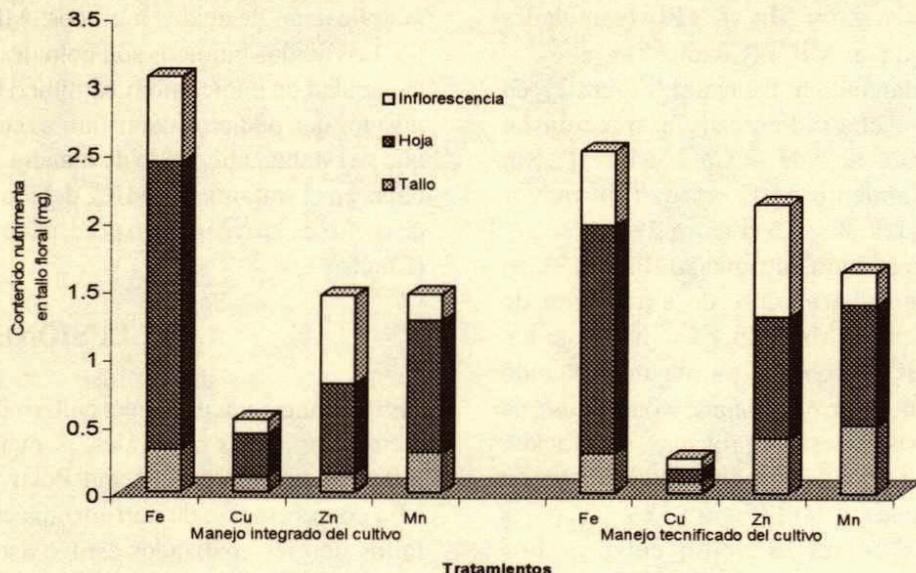


Figura 3. Extracción de micronutrientos en tallo floral de *Dendranthema grandiflora* cv. Polaris obtenidos en un sistema de manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC), Santa Ana Ixtlahuatzingo, Tenancigo, estado de México.

crisantemo cv. Polaris cultivadas en México que satisfacen las exigencias del mercado nacional: diámetro de inflorescencia 11.4 cm, de color Yellow Orange en el centro y Yellow 11C en la periferia, diámetro de tallo de 0.6 cm, 19 hojas tallo<sup>-1</sup> y longitud de tallo de 104 cm.

### LITERATURA CITADA

- Alcántar-González, G., J. D. Etchevers-Barra y A. Aguilar-Santelises. 1992. Los análisis físicos y químicos: su aplicación en Agronomía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México.
- Arbos-Lavila, A. M. 1992. El crisantemo: cultivo, multiplicación y enfermedades. Mundi Prensa. Madrid, España.
- Ball, G. J. 1991. Ball RedBook. 15th edition. pp. 435-468. In: V. Ball (ed.). Greenhouse growing. Ball Publishing. West Chicago, IL, USA.
- Bohn, H. L., B. L. McNeal y G. A. O'Connor. 1993. Química del suelo. Limusa. México, D. F.
- Chapman, H. D. y F. P. Pratt. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua. Trillas. México, D. F.
- Domínguez-Vivancos, A. 1988. Los microelementos en agricultura. Mundi Prensa. Madrid, España.
- Isaac, R. A. y J. D. Kerber. 1971. Atomic absorption and flame photometry: technique and uses in soil, plant and water analysis. pp. 17-37. In: L. M. Walsh (ed.). Instrumental methods for analysis of soils and plant tissue. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Jones, J. B., B. Wolf y H. A. Mills. 1991. Plant analysis handbook. MacroPublishing. Athens, GA, USA.
- Kofranek, A. M. 2004. Crisantemos de corte. pp. 3-42. In: R. A. Larson (ed.). Introducción a la floricultura. 3a ed. AGT Editores. México, D. F.
- Latimer, J. G. 2001. Selecting and using plant growth regulators on floricultural crops. Publication 430-102. Virginia Cooperative Extension. Blacksburg, VA, USA.
- Marschner, H. 1990. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. San Diego, CA, USA.
- Ochoa-Martínez, D. L., E. Zavaleta-Mejía, R. M. Johansen-Naime, A. Herrera-Guadarrama y E. Cárdenas-Soriano. 1996. Effect of using certified virus-free cuttings, mulching and floating covers on chrysanthemum production (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev cv. Polaris) and incidence of tospoviruses. Int. J. Pest Manage. 42: 161-164.
- Royal Horticultural Society. 1973. Colour Chart. In association with the Flower Council of Holland. Leiden, The Netherlands.
- Vázquez-Alarcón, A. 1996. Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México.