

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO HORTICULTURA



Aplicación Foliar de Fitohormonas y Concentración de la Solución Nutritiva en  
Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat)

Por:

**MARÍA FLORA RAMOS SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO HORTICULTURA

Aplicación Foliar de Fitohormonas y Concentración de la Solución Nutritiva en  
Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat)

Por:

**MARÍA FLORA RAMOS SÁNCHEZ**

TESIS

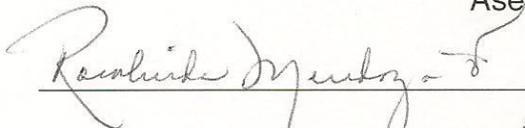
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada



Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar  
Asesor Principal



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal  
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

A ti Dios por darme la vida acompañada siempre de salud y amor, con una inmensa oportunidad de seguir adelante estando presente en cada lugar a donde voy.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por acogerme durante una parte de mi trayecto en la vida como mi segunda casa.

Al Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar por su apoyo, dedicación y tiempo mostrando interés en mi trabajo y formando parte de mi formación, mostrándose como una persona digna de respeto y admiración por su enorme desempeño académico.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal por formar parte de mi formación académica y después con su apoyo y confianza al formar parte de mi proyecto.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel por darme la confianza durante mi estancia no solo de ser su alumna, sino también como su amiga y mostrar interés en mi trabajo experimental.

A todos los profesores y personal de la Universidad por que fueron parte primordial de mi formación, no solo como profesional también como persona.

A todas las personas que me brindaron su apoyo y confianza, haciendo mis días llenos de risas, lagrimas aunque lejos pero formaron parte esencial de mi vida.

A mis amigos de la Universidad y fuera de ella brindándome su amistad incondicional por esos días de alegría y tristeza los quiero mucho.

A mis amigos(as) de generación que son como mis hermanos los llevare en el corazón porque hasta en los momentos más difíciles estuvieron para apoyarme incondicionalmente.

## DEDICATORIAS

A mis Padres José Timoteo Ramos Monjaras y María Luz Sánchez Domínguez con todo mi cariño y amor por que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mis Hermanas y Hermano esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, comprensión.

A mis Amigos, dos personas que hicieron posible que yo estuviese aquí siempre motivándome con sus palabras y ayudándome para lograr mis sueños los quiero mucho. Eva y Emmanuel.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
INDICE DE CUEDROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VIII

## INDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
OBJETIVO GENERAL .....	3
HIPÓTESIS.....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
GENERALIDADES DEL CULTIVO .....	4
Producción de flores .....	4
Floricultura en México.....	4
Origen del crisantemo.....	5
Importancia del crisantemo.....	5
Clasificación taxonómica .....	6
Botánica del crisantemo .....	6
EL USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	6
Hormonas de crecimiento .....	7
Aplicación de hormonas en pimiento .....	10
Fitohormonas y su interacción con la fertilización.....	11
Fitohormonas en haba .....	12
Giberelinas .....	13
Auxinas .....	14
Función de auxinas .....	15
Citocininas .....	16
INTERECCIONES HORMONALES .....	17
Ácido giberelico en desarrollo foliar .....	17
Ácido naftalenacetico en floración .....	17

Citoquinina estimulación del desarrollo.....	18
Ácido giberelico en madurez del fruto.....	19
Hormonas en formación de flores.....	19
Giberelina y Benciladenina para minimizar el alargamiento del tallo .....	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	21
MATERIAL GENÉTICO.....	21
TRATAMIENTOS .....	21
ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	23
Desinfección de macetas.....	23
Preparación de sustrato.....	23
Trasplante.....	24
MANEJO AGRONÓMICO .....	24
Riego .....	24
Tutoreo .....	24
Control fotoperiódico.....	24
Cosecha.....	25
VARIABLES EVALUADAS .....	25
DISEÑO EXPERIMENTAL .....	26
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. La nutrición de las plantas se basa en la formulación de la solución nutritiva Hoagland.....	22
Cuadro 2. Muestra los tratamientos de hormonas.....	23
Cuadro 3. Muestra las variables evaluadas en el experimento.....	25

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. La producción de flores y plantas en ambientes controlados bajo invernaderos de mayor producción se encuentra en Villa Guerrero, Estado de México.....	5
Figura 2. Procesos que regulan las fitohormonas.....	9
Figura 3. Funciones de las hormonas para regular eventos fisiológicos.....	9
Figura 4. Bioactividad fisiológica del ingrediente activo en los productos hormonales.....	10
Figura 5. Muestra el momento de aplicación para un resultado en crecimiento.....	11
Figura 6. Las hormonas y su relación con los nutrientes.....	12
Figura 7. Efectos biológicos de hormonas en planta de haba ( <i>Vicia faba</i> ) al aplicar a los 30 y 50 días después de siembra.....	13
Figura 8. Estructura química de Giberelinas.....	13
Figura 9. Muestra el momento de aplicación de las giberelinas en la planta-flor en plantas de tomate.....	14
Figura 10. Estructura química de auxinas.....	14
Figura 11. Estructura química de Citocinina.....	16
Figura 12. Efecto de productos hormonales y fertilización de la altura (cm) promedio de plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	27
Figura 13. Efecto de la aplicación de hormonas de crecimiento y fertilización de la planta de crisantemo para diámetro basal (A). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	28
Figura 14 Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro diámetro medio (B). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	29
Figura 15. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro (C). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	30
Figura 16. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro	

(D). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	31
Figura 17. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en el número de hojas en crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	32
Figura 18. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco tallo en (g) promedio en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	33
Figura 19. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco de hojas (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	34
Figura 20. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco tallo (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	35
Figura 21. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco hojas (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	36
Figura 22. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco de raíz (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	37
Figura 23. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco raíz (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	38
Figura 24. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro de inflorescencia (mm) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	39
Figura 25. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco de inflorescencia (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	40
Figura 26. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización del peso seco inflorescencia en (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización	

100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	41
Figura 27. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización del peso fresco total en (%) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	42
Figura 28. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización del peso seco total en (%) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	43
Figura 29. Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización, en el área de inflorescencia en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.....	44

## RESUMEN

En la actualidad se presentan diversos problemas debido a los bajos rendimientos y calidad de ornamentales; los cambios climáticos imponen desventajas para los productores, poniendo en riesgo la comercialización en los mercados nacional e internacional. Estas adversidades pueden ser reducidas con la aplicación de hormonas de crecimiento, mejorando la calidad y aumentando el rendimiento, así como también hacer uso más eficiente de los recursos.

El crisantemo es una de las principales flores de alta demanda, la cual es producida principalmente en el Estado de México. El presente trabajo se planteó para encontrar la combinación óptima de hormonas y fertilizante para obtener los mejores parámetros en cuanto a calidad de la planta.

El material vegetativo utilizado fueron esquejes enraizados de la variedad de crisantemo Harman's Dignity. Los tratamientos consistieron en la aplicación de hormonas vía foliar a base de ácido giberelico (AG<sub>7</sub>), auxinas (Aux: ácido indolacético) y citoquinas (CK: zeatina) en concentraciones de 50 ppm y combinados con la fertilización vía solución nutritiva de la formulación de Hoagland

al 100%, 115% y 130% de su concentración y un testigo solo con solución al 100% y sin hormonas.

Se realizaron dos aplicaciones de las fitohormonas, la primera el 17 de octubre y la segunda el 7 de noviembre del 2012 con 10 tratamientos y 4 repeticiones.

Con base en el análisis estadístico realizado se concluyó que al aplicar hormonas de crecimiento tuvo un efecto significativo en los principales parámetros evaluados y calidad de la flor; mostrándose como el mejor tratamiento cuando se aplica una mezcla de fitohormonas de AG 50 ppm + AUX 50 ppm y con una fertilización química 115%.

**Palabras clave:** Aplicación foliar, Fitohormonas, Solución nutritiva, Crisantemo.

## I. INTRODUCCIÓN

El crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) tiene su origen en Asia, principalmente en China. Es la segunda flor de corte más importante a nivel internacional y de mayor importancia económica después de la rosa (*Rosa* spp.) y el clavel (*Dianthus caryophyllus* L.). Actualmente el color blanco es el más vendido, siendo demandado todo el año (INFOAGRO, 2009).

En 2011, el cultivo de la flor y plantas en maceta en México se realizó en 6 mil 439 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 27.6 millones de gruesas (rosas, crisantemos, claveles y gerberas). Son 25 mil 500 productores quienes encabezan estas actividades y generan alrededor de 188 mil empleos permanentes, 50 mil eventuales y un millón de empleos indirectos (SIAP, 2012).

Las hormonas de crecimiento son productos naturales o sintéticos, por lo general orgánicos, que en muy pequeñas cantidades regulan o controlan algunos aspectos del crecimiento de las plantas, por ejemplo, longitud de tallo, floración, abscisión de la hoja o la resistencia al invierno (Basora, 2000).

Las hormonas de crecimiento son aplicadas a las plantas donde las condiciones de clima son adversas aumentando otros aspectos funcionales, tales como la capacidad de resistir los efectos negativos del estrés hídrico (Navarro et al., 2007) o las temperaturas bajas en invierno (Fletcher y Ubeda-Tomás 2008).

Una gran desventaja del uso de estos productos químicos es el desarrollo de síntomas fitológicos, como el tipo de clorosis, hojas deformadas o flores dañadas, que pueden persistir durante mucho tiempo (Gent, 2004). Por lo tanto, es importante establecer y especificar protocolos para diferentes especies en particular los efectos de condiciones ambientales (Smit et al, 2005).

Uno de los problemas de la aplicación de fitohormonas es que cuando se aplican individualmente se modifica el crecimiento de las plantas, obteniendo en

ocasiones deformaciones. En ornamentales es común cuando se aplican dosis altas de AG<sub>3</sub> se disminuye el número de flores en geranio (Guzmán, 2013).

Las fitohormonas nos muestran un efecto directo en las plantas pero nunca actúan solas, siempre van de la mano con aminoácidos, fertilizantes y vitaminas mostrando un efecto indirecto (Guzmán, 2013). Así al hacer uso de una combinación de fitohormonas con fertilizantes se puede mejorar el crecimiento y la calidad.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la factibilidad de potenciar el efecto de la aplicación de fitohormonas mediante la modificación de la concentración de la solución nutritiva.

## **HIPÓTESIS**

El uso de hormonas de crecimiento en combinación con la fertilización en el crisantemo permite mejorar el crecimiento y calidad.

## II. REVISION DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo

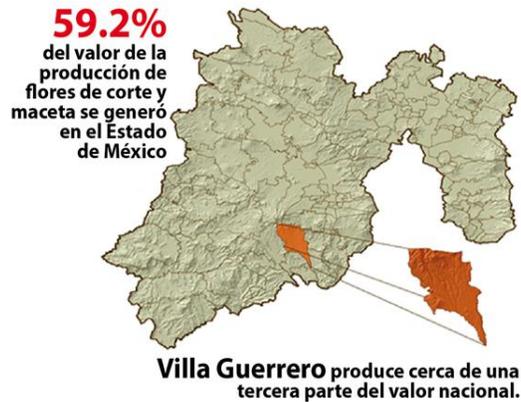
#### Producción de flores

De 2000 a 2011 el valor de producción de la floricultura aumentó a una tasa media anual de 9.5%; para el último año, el valor alcanzado fue de 5 mil 646 millones de pesos. En 2011, el cultivo de la flor y plantas en maceta fue en 6 mil 439 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 27.6 millones de gruesas (rosas, crisantemos, claveles y gerberas) (SIAP, 2012).

Según algunas estimaciones (SAGARPA, 2010), son 25 mil 500 productores de ornamentales quienes generan alrededor de 188 mil empleos permanentes, 50 mil eventuales y un millón de indirectos. La producción de la floricultura en el país atiende la demanda internacional. Estados Unidos (96.6%) y Canadá (3.3%) son nuestros principales compradores de flores y plantas mexicanas (SAGARPA, 2011). En 2010, la superficie mundial de flores y plantas de maceta ascendió a 702.4 mil hectáreas, México ocupó el cuarto lugar en superficie sembrada en ornamentales. La creciente demanda de ornamentales entre los países europeos como Alemania, Países Bajos, Italia, Reino Unido, Rusia, Polonia, Bélgica, Francia y Japón es una ventana de oportunidad para los productores mexicanos (SAGARPA, 2011).

#### Floricultura en México

Siete de cada diez productores florícolas residen en el Estado de México, Distrito Federal, Jalisco, Morelos y Puebla. El Estado de México (**Fig.1**), con un 59.2% del PIB generan 3 mil 341 millones de pesos; el municipio de Villa Guerrero aportó mil 827 millones de pesos del valor nacional. En esta entidad se producen diferentes variedades de flores, de las cuales seis generan 85% del valor de la producción (rosa, crisantemo, liliium, clavel, gerbera y gladiola). El Estado de México cubre cerca del 21% de la superficie florícola y es el principal productor del país (SAGARPA, 2011).



**Figura 1.** La producción de flores y plantas en ambientes controlados bajo invernaderos de mayor producción se encuentra en Villa Guerrero, Estado de México (SAGARPA, 2011).

### **Origen del crisantemo**

El crisantemo tiene su origen en Asia, principalmente en China y está entre las especies florícolas más comercializadas en el mundo (Kofranek, 2004). Su cultivo se trasladó a Japón donde se convirtió en una flor que recibía una veneración divina (INFOAGRO, 2009). Fue introducido en Europa a través de Francia en el último tercio del siglo XVIII.

Los primeros cultivos en España coinciden con el inicio en el siglo XIX. El crisantemo que actualmente cultivan los floricultores es un híbrido complejo y la mayoría de las especies de donde se han generado los cultivares actuales son originarias de China: *Chrysanthemum indicum*, *Chrysanthemum morifolium* y *Chrysanthemum x hortorum* (INFOAGRO, 2009).

### **Importancia del crisantemo**

El crisantemo es una de las plantas ornamentales de mayor importancia económica, representa la segunda flor más vendida. La producción es importante en varios países europeos, como los Países Bajos, Gran Bretaña y Francia; así como en Colombia, Ecuador, Estados Unidos y Canadá donde desde hace mucho tiempo es un cultivo industrializado (INFOAGRO, 2009).

En Europa central, Japón y Estados Unidos ha tenido siempre una gran demanda, por ello los trabajos de mejora genética son importantes y han dado lugar a numerosos cultivares con formas y colores (INFOAGRO, 2009).

Ecuador exporta 1407 toneladas al exterior que representa el 1% del total de flores cultivadas (INFOAGRO, 2009).

### **Clasificación taxonómica**

#### **Botánica del crisantemo**

Clase *Magnoliophyta*

Subclase *Asteridae*

Orden *Asterales*

Familia *Asteraceae*

Género *Chrysanthemum*

Especie *morifolium*

Es una planta por lo general perenne, con hojas de bordes ondulados y casi siempre algo aromáticas. Presentan gran diversidad de colores, tamaño y formas florales, pero, independientemente de la forma, pueden cultivarse eliminando las yemas axilares, para producir una sola flor terminal de gran tamaño (INFOAGRO, 2009).

#### **El uso de reguladores de crecimiento**

Se espera que la necesidad de aumentar la producción agrícola dará lugar a un mayor uso de reguladores de crecimiento. Ellos pueden hacer posible en el cultivo de cosechas más al norte o sur, el cambio de patrón de la cosecha para que pueda madurar y ser cosechado antes de condiciones adversas. Los efectos de los reguladores de crecimiento en funciones de la planta, tales como la inducción de la raíz, el control de la floración, la expresión sexual, la maduración y el envejecimiento, están cubiertos (Marosz y Matysiak, 2005 ).

La mayoría de los reguladores de crecimiento empleados en el cultivo de plantas ornamentales son retardadores del crecimiento químicos utilizados, fundamentalmente para controlar el tamaño, mejorar la compacidad y mejorar la floración (Marosz y Matysiak, 2005).

### **Hormonas de crecimiento**

Es un producto natural o sintético, por lo general orgánicos, que en muy pequeñas cantidades regula o controla algunos aspectos del crecimiento de las plantas, por ejemplo, longitud de tallo, floración, abscisión de la hoja o la resistencia al invierno (Basora, 2000).

Las hormonas son mensajeros químicos que se producen en una célula o tejido y modulan los procesos celulares en otra célula mediante la interacción con receptores específicos de las proteínas. Como es el caso con los animales, la mayoría de las hormonas vegetales se sintetizan en un tejido y actúan en sitios específicos en otro tejido en concentraciones infinitamente bajas. El desarrollo de la planta está regulado por seis grandes tipos de hormonas: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, ácido abscísico y brasinoesteroides (Basora, 2000).

Las plantas regulan las vías de respuesta a hormonas en múltiples niveles, incluyendo la biosíntesis de hormonas, el metabolismo, la percepción y señalización (Blilou, 2005).

La eficacia de las hormonas depende de la naturaleza química del compuesto y la variedad de cultivo en la que se aplica (Smit et al., 2005). Esto debe tenerse en cuenta al generalizar acerca de la aplicación de un producto en una especie en particular, además de los efectos de otras variables importantes tales como la edad de la planta, el estado nutricional, la salud de la planta, las condiciones ambientales, el método de aplicación o el calendario de aplicación de reguladores del crecimiento, juega un papel decisivo en los resultados (Basora, 2000).

Entre los usos comerciales de compuestos como reguladores de crecimiento, es importante saber qué proceso fisiológico de la planta se quiere regular, que fitohormona y que ingrediente activo está presente en el producto del que vamos hacer uso; entre estos se mencionan (**Fig. 2-4**).

- Aumentar o inducir la floración (piña).
- Aumentar conjunto de flor, vainas, semillas y / o de frutos (prevenir el aborto de flores o las flores marchitas).
- Aumentar el tamaño de las frutas, verduras, semillas y / o tubérculos (uva, soya, remolacha azucarera, etc.).
- Disminuir el tamaño de la fruta, verduras, semillas y / o tubérculos (papas y pomelos).
- Aumentar el número de macollos (cereales).
- Aumentar el número de brotes de la corona (alfalfa).
- Aumentar la ramificación (soya).
- Reducir la altura (entrenudos acortados) en los cultivos y ornamentales,
- Retardar crecimiento (césped, algodón, leguminosas perenes en la siembra de maíz).
- Mejorar los rendimientos de maíz más espigas por planta.
- Aumentar el valor nutritivo de las semillas, las frutas, verduras, forrajes, etc. (contenido de proteínas).
- Reducir la transpiración (resistencia a la sequía).
- Reducir la respiración (patatas o remolacha azucarera en el almacenamiento) (Smit et al., 2005).

Proceso	Auxina	Giberelina	Citocinina	Etileno	Inhibidores
 División celular	+	+	+++	-	-
 Alargamiento celular	++	+++	0	-	-
Senescencia	-	-	---	+	+
Abscisión	-	-	---	+	+
 Dominancia apical	++	0	--	?	?
 Brotación lateral	--	0	+++		
Dormancia	0	---	--	+	0
 Amarre de flores	++	+	+	0	0
 Formación de flores				+++	

Manejo de fitohormonas o biorreguladores → Etapa sensible o receptora a regulación hormonal

Figura 2. Procesos que regulan las fitohormonas (Guzmán, 2013).

Fitohormonas					
Auxinas	Giberelinas	Citocininas	Abscísico	Etileno	Brasinos
<u>Estimula</u>	<u>Estimula</u>	<u>Estimula</u>	<u>Estimula</u>	<u>Estimula</u>	<u>Estimula</u>
Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento	Senescencia	Senescencia	Crecimiento
Inducción radical	Germinación	Brotación lateral	Cierre de estomas	Maduración	Amarre
Tropismos	Flor masculina*	Inducción floral		Inducción floral	Germinación
				Caída de órganos	
				Germinación	
<u>Inhibe</u>	<u>Inhibe</u>	<u>Inhibe</u>	<u>Inhibe</u>	<u>Inhibe</u>	<u>Inhibe</u>
Senescencia	Senescencia	Senescencia	Crecimiento	Crecimiento	Senescencia
Brotación lateral	Inducción floral		Germinación		Caída de órganos
Caída de órganos	Inducción radical				

Figura 3. Funciones de las hormonas para regular eventos fisiológicos (Guzmán, 2013).

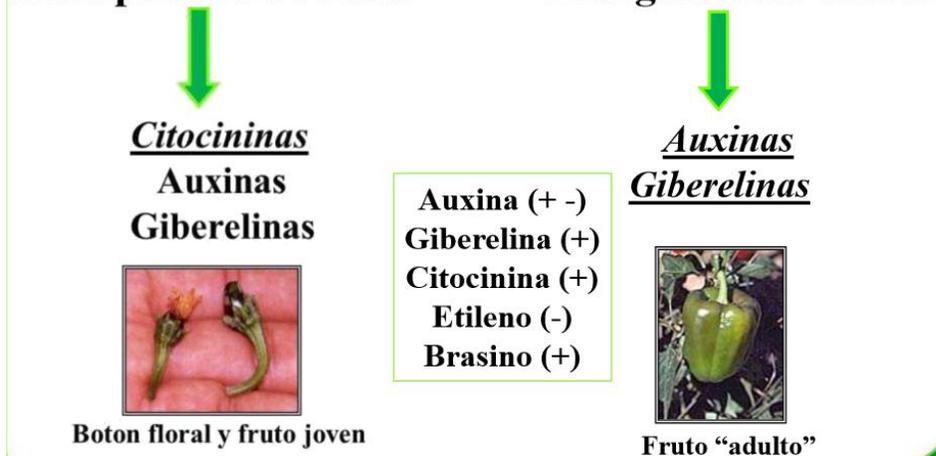
Grupo	"Octanaje Químico"			
	i.a.	Bajo	Mediano	Alto
Auxinas	AIA	X		
	ANA		X	
	AIB			X
	4-CPA			XXX
Giberelinas	AG3		X	
	AG 4, 7	X		
Citocininas	Zeatina	X		
	Benciladenina		X	
	Kinetina	X		
	CPPU			XXX
	TDZ			XXXXX
Inhibidores	Cycocel			XXX
	Paclbutrazol		XX	
	Prohexadione	X		
	Trinexipac	X		

**Figura 4.** Bioactividad fisiológica del ingrediente activo en los productos hormonales (Guzmán, 2013).

#### **Aplicación de hormonas en pimiento**

En un trabajo de pimiento morrón cuando hubo multiplicación celular estuvieron presentes AUX, AG y CK siendo las CK las responsables de la multiplicación celular trabajando solo bajo órganos jóvenes (botones florales jóvenes, hojas jóvenes y frutos jóvenes). Para alargamiento celular estaban presentes AUX y AG para órganos adultos ya que si se aplicaba AG en multiplicación celular no se presentaba fruto, mientras que si aplicaba una CK en alargamiento celular no se presentaba nada en el fruto, pero si en hojas con mayor color, menor senescencia lo que nos muestra la **Fig. 5** (Guzmán, 2013).

**Multiplicación celular + Alargamiento celular**



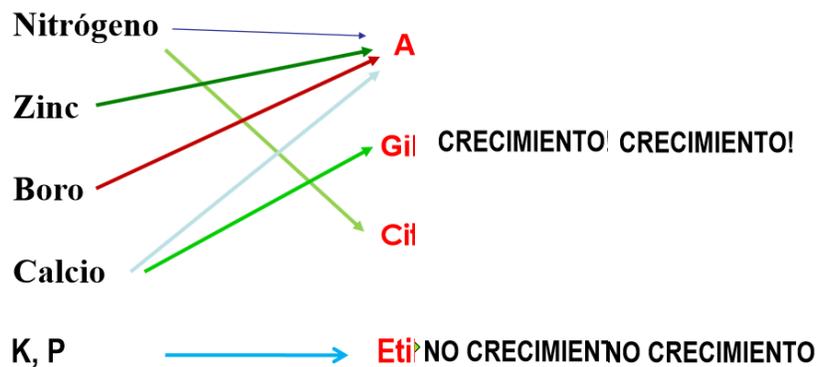
**Figura 5.** Muestra el momento de aplicación para un resultado en crecimiento (Guzmán, 2013).

### **Fitohormonas y su interacción con la fertilización**

Las fitohormonas (efecto directo) nunca actúan solas, siempre van de la mano con aminoácidos, fertilizantes y vitaminas (efecto indirecto). Pero las fitohormonas regulan o dan un cambio directo sobre la planta o sobre el evento que se quiera modificar y con productos de efecto indirecto tarda mayor tiempo en mostrar los cambios (Guzmán, 2013).

Si se presentan desbalances nutricionales en el cultivo repercutirá en el rendimiento, por que juega un papel muy importante en la estimulación de las hormonas como nos muestra la **Fig. 6** (Guzmán, 2013).

## Hormonas y relación con los nutrientes



**Figura 6.** Las hormonas y su relación con los nutrientes (Guzmán, 2013).

### Fitohormonas en haba

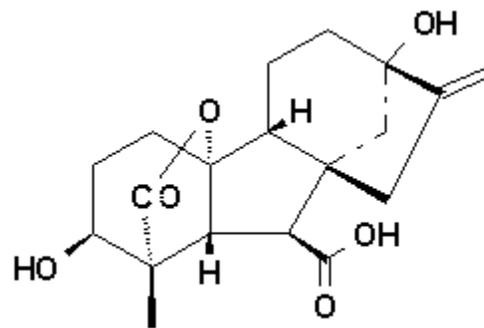
Un trabajo realizado en haba (*Vicia faba*) donde se hicieron aplicaciones AG, AIA, y BA (Benciladenina), con 100 ppm de cada una de las plantas y un testigo sin aplicación de hormonas. Se aplicaron 30 y 50 días después de la siembra mostrándose los resultados en la **Fig. 7** (Guzmán, 2013).

Tratamiento*	Altura, cm	Hojas / planta	Peso seco/planta, g	Flores/planta	Vainas/planta	Semillas/vaina	Peso grano/planta, g
Testigo	62.9	29	8.7	159	21.8	3.1	52.6
Giberelico 100 ppm	68.6	31	10.0	173	27.9	3.5	56.2
Indolacetico 100 ppm	63.8	30	10.4	158	30.5	3.5	57.3
Benciladenina 100 ppm	63.4	34	13.7	170	33.0	3.6	59.8

**Figura 7.** Efectos biológicos de hormonas en planta de haba (*Vicia faba*) cuando según Intagri (2013) citando Ibrahim (2007) al aplicar a los 30 y 50 días después de siembra.

### Giberelinas

Se muestra su estructura química en la **Fig. 8** comúnmente abreviado AG, es miembro de un grupo de forma natural de ácidos carboxílicos diterpenoides tetracíclicos, la mayoría de los cuales poseen ent- gibberellane (C20) o ent- AG - norgibberellane (C19). Actualmente 126 AG diferentes han sido identificadas a partir de plantas superiores, hongos o bacterias. El AG posee una actividad biológica en las plantas superiores y un número limitado de éstos actúan como reguladores endógenos de crecimiento de la planta y el desarrollo, la mediación de señales de desarrollo y ambientales (Brian, 2003).



**Figura 8:** Estructura química de las Giberelinas.

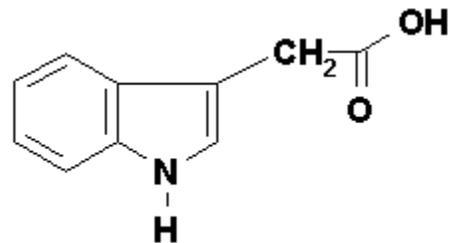
Un trabajo con chiles (*Capsicum annuum*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) donde se muestra el crecimiento y desarrollo durante su ciclo con aplicación de hormonas de crecimiento (**Fig. 9**).



**Figura 9.** Muestra el momento de aplicación de las giberelinas en la planta- flor en plantas de tomate (Guzmán, 2013).

### Auxinas

Se muestra su estructura química en la **Fig. 10**. La auxina principal en las plantas superiores es el ácido indol-3-acético (AIA). El AIA es la AUX más abundante y fisiológicamente importante. Algunas de las AUX se utilizan como herbicidas en la horticultura y la agricultura (Basora, 2000).



**Figura 10:** Estructura química de Auxinas.

Las AUX naturales y sintéticas en presencia de CK, estimulan la elongación celular en las secciones de coleóptilos, tallo, y división celular en cultivos de callos (Basora, 2000).

Los tipos de AUX reportados son:

- Ácido indol-3-acético (AIA)
- Ácido 4-Chloroindole-3-acético (4-CL-AIA)
- Ácido indol-3-butírico (AIB)
- Ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D)
- 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico (dicamba) (Basora, 2000).

El AIA se sintetiza en los tejidos jóvenes de los meristemas al dividirse las células. Las enzimas responsables de la biosíntesis de AIA son más activas en los tejidos jóvenes tales como meristemas apicales del brote, hojas y frutas en crecimiento (Basora, 2000).

La acumulación de AUX se muestra en los márgenes de las hojas jóvenes, pero se desplazan hacia el haz de la hoja y después a la región central de la lámina (Jin Liang et al., 2008)

Una característica de la AUX es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La AUX es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de la AUX reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical (Blilou, 2005).

### **Función de auxinas**

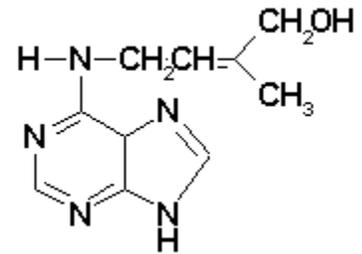
La AUX ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos:

- Promueve el crecimiento y diferenciación celular, y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta.
- Estimulan el crecimiento y maduración de frutas.
- Floración.
- Senectud.
- Geotropismo.

- La AUX se dirige a la zona oscura de la planta, produciendo que las células de esa zona crezcan más que las correspondientes células que se encuentran en la zona clara de la planta. Esto produce una curvatura de la punta de la planta hacia la luz, movimiento que se conoce como fototropismo.
- Retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes.
- Promueven dominancia apical.
- Elongación celular es un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas (Vanneste y Friml, 2009).

### Citocininas

Se muestra en la **Fig. 11** la cinetina, la cual fue la primera CK que se descubrió y llamada así debido a la capacidad de los compuestos para promover la citocinesis (división celular) (Arteca, 1996; Mauseth, 1991; Raven, 1992; Salisbury y Ross, 1992).



**Figura 11:** Estructura química de Citocinina.

Ayudan al amarre de frutos y calidad en aguacate, uva, mango etc., cuando se aplican 10- 50 días a floración ya que se da mayor desarrollo del ovario esto va a dar un futuro fruto (Palma et al., 2002).

Estimulan la división celular y se encuentran en casi todos los tejidos, son particularmente abundantes en los granos, frutas y raíces; son necesarias al igual que las AUX para la proliferación de callo, favorece la formación directa o indirecta de tallos, estimulan brotes preformados o adventicios a partir de ápices, en altas concentraciones inhiben la formación, desarrollo y crecimiento de raíces, así como pueden suprimir el efecto estimulativo de las AUX (Palma et al., 2002).

Entre las CK más utilizadas en cultivo de tejidos vegetales, se encuentra BA, utilizada para estimular la proliferación de las yemas laterales. La BA se ha utilizado frecuentemente en el cultivo in vitro de la vainilla, haciéndose necesaria

para la obtención de brotes vigorosos. Las dosis utilizadas varían pero una concentración arriba de los 5 mg L<sup>-1</sup> resulta inhibitoria (Alatorre, 2002).

## **INTERECCIONES HORMONALES**

### **Ácido giberelico en desarrollo foliar**

Las plantas de tomate tratadas con AG<sub>3</sub> - presentan hojas simples con márgenes suaves. El tomate acumula AG específicamente en la endodermis de la zona de elongación de la raíz alargando las células y sintetizándose en el meristemo (Guzmán, 2013).

Las células entran en la zona de elongación durante un corto período en el que aumentan su longitud por 10 veces. Este aumento de tamaño daría lugar a una correspondiente dilución intracelular rápida, sintetizados en la endodermis o transportados desde los tejidos circundantes (Guzmán, 2013).

### **Ácido naftalenacetico en floración**

Un programa de adelgazamiento químico con múltiples aplicaciones de ANA y una mezcla de etefón durante el período de 36 a 73 días después de la floración, aumentó el retorno de la floración de los árboles 'Golden Delicious' a niveles comercialmente aceptables (25% más en las espuelas floración) (Steven et al., 2013).

El ANA aplicado durante el período de 50 a 100 días después de la floración (programa de verano) o de 110 a 140 días después de la floración (programa de precosecha) aumentó el retorno de la floración de 'Golden Delicious' (Steven et al., 2013).

Cuando aminoetoxivinilglicina AVG (Retardador del etileno), se incluye con la primera pulverización de ANA en un programa de verano, la eficacia para aumentar el retorno de la floración se redujo, lo que indica que el etileno puede ser parte implicada en la actividad floral de ANA (Steven et al., 2013).

Por lo tanto, las aplicaciones de ANA en un programa de verano para aumentar el retorno en floración coincidió con el período en que normalmente se produjo la diferenciación floral. En programas con aplicación de ANA en

precosecha también es eficaz en el retorno de la floración, y en los experimentos de un programa de ANA en verano (Steven et al., 2013).

Estas respuestas indican que el ANA puede desencadenar el desarrollo floral en brotes vegetativos, relativamente tarde en verano y fuera del período de tiempo, ya que en general se cree posible que influye en la formación de botón floral (Steven et al., 2013).

### **Citoquinina estimulación del desarrollo**

La CK mejora el desarrollo de rama lateral en árboles de cerezo jóvenes sin depender de la poda, es un componente deseable de los programas de formación de árboles, especialmente para sistemas de alta densidad (Elfving et al., 2003).

Se hicieron aplicaciones de dos formulaciones de 6-benciladenina y AG<sub>4</sub> y AG<sub>7</sub> a los brotes individuales o corteza intacta sin poda de cerezo dulce. Esto dispara el crecimiento de nuevos brotes en los líderes centrales tratados, yemas en punta verde como característica de inicio de la floración, tuvieron poco efecto en el crecimiento de brotes laterales y sobre líderes tratados (Elfving et al., 2003).

Marcar puntos, muescas, cortes o entallar los brotes, también tuvo efectos contradictorios sobre el desarrollo. En algunos ensayos, la eliminación del brote (o desbotone, la eliminación de uno de cada cuatro yemas del brotes de 1 año de edad) produjo una mejoría limitada de desarrollo de brotes laterales y la distribución vertical (Elfving et al., 2003).

Combinar la formación de muescas, entallar, anotar, o raspado de corteza con la aplicación de la solución de AG + CK a la zona de corte ha mejorado en gran medida el número de brotes desarrollados de las porciones inferiores de los brotes líder tratados (Elfving et al., 2003).

El uso de una barrera física en contacto con un producto biorregulador y tejido activo, fue un factor principal en la mejora de la eficacia del tratamiento (Elfving et al., 2003).

### **Ácido giberelico en madurez del fruto**

Se ha intentado manipular el crecimiento vegetativo y reproductivo del aguacate 'Hass' con biorreguladores vegetales de aplicación foliar adecuadamente cronometrados (PBR) para cambiar la fecha de floración y cosecha para el período antes o después de la cosecha principal. Efectos de las aspersiones al dosel de ácido AG<sub>3</sub> o prohexadiona de calcio (un inhibidor de la biosíntesis de AG) aplicado en diferentes etapas fenológicas del árbol en desarrollo, (inflorescencia, momento de la antesis) fecha de vencimiento para la cosecha de la fruta de aguacate 'Hass' (Salazar et al., 2007).

Ningún tratamiento al aplicar productos biorreguladores influyó en el momento de la floración. Una aplicación foliar simple o doble de AG<sub>3</sub> (50 mg · L<sup>-1</sup>) (julio) 4 meses antes de la fecha prevista para la cosecha principal (noviembre) dio como resultado frutos de aguacate 'Hass' maduros (la materia seca del mesocarpio fue de 21,5% o mayor) antes que los de los árboles de control sin tratar y con ningún efecto negativo sobre el rendimiento o el tamaño de la fruta (Salazar et al., 2007).

### **Hormonas en formación de flores.**

El Olivo (*Olea europaea* L.) es una de las plantas más importantes cultivadas en la región mediterránea. Distintos niveles de hormonas, azúcares y nutrientes minerales se cree que influyen en la formación de botón floral. Cambios en el azúcar endógena, la nutrición mineral y los niveles de hormonas en muestras de hoja, nudo y fruta de olivo 'Memecik' durante la inducción, iniciación y diferenciación de diferentes períodos (años) (Ulger, et al., 2004).

Los niveles hormonales [ABA, AIA, AG<sub>3</sub>, AG<sub>4</sub>, zeatina] y el azúcar se midieron por cromatografía de gases y cromatografía líquida de alto rendimiento. Se cuantificaron niveles de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu por una espectrofotometría de absorción atómica. El nitrógeno se determinó mediante el procedimiento de Kjeldahl, y el fósforo por un método espectrofotométrico. Las diferencias en cualquiera de las concentraciones de azúcar, con la excepción de la fructosa, no fueron significativas fuera de años (Ulger et al., 2004).

Los niveles de hormonas, sin embargo, fueron significativamente diferentes y fuera de año. La glucosa tenía las concentraciones más altas en ambos años, seguido de sacarosa y fructosa, respectivamente (Ulger et al., 2004).

Un nivel alto de AG<sub>3</sub> exhibió un efecto inhibitor sobre la formación de flores durante los periodos de inducción y la iniciación. Por otra parte, las altas concentraciones de AG<sub>4</sub>, ABA y ciertos niveles de CK pueden tener un efecto positivo en la formación de flores en el olivo durante los periodos de inducción y la iniciación (Ulger et al., 2004).

### **Giberelina y Benciladenina para minimizar el alargamiento del tallo**

Al utilizar AG<sub>4+7</sub> y BA para evitar la clorosis de las hojas durante la producción del efecto invernadero de los lirios de Pascua (*Lilium longiflorum* Thunb) y reducir al mínimo los efectos secundarios no deseados en el alargamiento del tallo (Ranwala et al., 2003).

Sobre una base de concentración absoluta, AG<sub>4+7</sub> fue mucho más eficaz que la BA en la prevención de clorosis de las hojas (Ranwala et al., 2003).

Los niveles excesivos de AG<sub>4+7</sub>, sin embargo, tienden a provocar el alargamiento del tallo. Cuando se aplica en todo el estado de yema visible, si el follaje fue bien cubierto con la solución de pulverización, 25 mg · L<sup>-1</sup> de AG<sub>4+7</sub> era adecuado para una máxima protección contra la clorosis de las hojas. El aumento de la AG<sub>4+7</sub> en concentración superior a 25 mg · L<sup>-1</sup> no dio ningún beneficio adicional en clorosis de las hojas (Ranwala et al., 2003).

Dos modos posibles de AG<sub>4+7</sub> de captación durante una aplicación por aspersiones fueron estudiados en términos de su contribución relativa a la clorosis foliar y el alargamiento del tallo. Aunque ambos modos de prevenir clorosis de hojas por la absorción foliar fue mucho más eficaz que la absorción por las raíces. Sin embargo, AG<sub>4+7</sub> tomado por las raíces contribuyó principalmente al alargamiento del tallo. Cuando se rocía a las hojas sólo en la mitad inferior de la planta 10 ml, 25 o 50 mg · L<sup>-1</sup> de AG<sub>4+7</sub> y BA fue suficiente para una protección

completa contra la clorosis de las hojas. El aumento de los volúmenes no tuvo ningún beneficio adicional en la clorosis de las hojas, pero aumentaron las posibilidades de elongación del tallo no deseado (Ranwala et al., 2003).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización Geográfica**

El presente trabajo se realizó en un invernadero ubicado en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con la siguiente ubicación geográfica: latitud de 25°23" N, una longitud de 101°00 W, del meridiano de Greenwich y una altitud de 1743 msnm.

#### **Material genético**

Se utilizaron esquejes enraizados de la variedad Harman's Dignity de crisantemo. Al trasplante tenían de 3-4 hojas bien definidas con un color verde intenso, libres de plagas y enfermedades, y raíces de 1 a 2.5 cm de largo de color crema.

#### **Tratamientos**

Los tratamientos consistieron en la aplicación vía foliar de fitohormas a base de AG<sub>7</sub>, ácido indolacético AIA y zeatina en concentraciones de 50 ppm y combinados con la fertilización vía solución nutritiva de la formulación de Hoagland mostrada en el **Cuadro 1** al 100%, 115% y 130% de su concentración. Se realizaron dos aplicaciones de las fitohormonas, la primera el 17 de octubre y la segunda el 7 de noviembre del 2012. Los tratamientos quedaron como se indica a en el **Cuadro 2**.

Nutrimento	meq L <sup>-1</sup>
NO <sub>3</sub>	13.95
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1
K	7.5
Mg	2
Ca	5
SO <sub>4</sub>	2
	Ppm
Fe	5
Mn	1.1
Zn	0.2
B	0.22
Cu	0.04
Mo	0.05

**Cuadro 1.** La nutrición de las plantas se basa en la formulación de la solución nutritiva Hoagland.

<b>Tratamientos</b>	<b>Hormonas (AG-AUX-CK)</b>	<b>Solución Nutritiva</b>
1	(AG 50-AUX 0-CK 0)	130%
2	(50-0-0)	115%
3	(50-0-0)	100%
4	(AG 50-AUX 50-CK 0)	130%
5	(50-50-0)	115%
6	(50-50-0)	100%
7	(AG 50-AUX 50-CK 50)	130%
8	(50-50-50)	115%
9	(50-50-50)	100%
10	(0-0-0)	100%

**Cuadro 2.** Muestra los tratamientos de hormonas.

### **Establecimiento del Experimento**

#### **Desinfección de macetas**

Se emplearon macetas de 8" pulgadas con capacidad de 12 litros; desinfectadas con hipoclorito de sodio (1 ml/L), de color terracota.

#### **Preparación de sustrato**

Se utilizó una mezcla de 80% de Peat Moss más 20% de Perlita, con pH ajustado a 6.5. El sustrato se humedeció con regadera hasta formar una mezcla homogénea.

### **Trasplante**

El trasplante se realizó el 18 de septiembre del 2012. Se colocaron 3 plantas por maceta en un sistema tresbolillo, con distanciamiento de 10 cm entre plantas. Se prepararon un total de 40 macetas y 120 plantas.

### **Manejo Agronómico**

#### **Riego**

El primer riego se realizó en el momento del trasplante, continuando cada ocho días. La necesidad hídrica fue de 1 litro por maceta. Los riegos se realizaron de forma manual.

El pH de las soluciones fue ajustado a  $6.3 \pm 0.2$ . El riego se inició el 25 de septiembre ya con fertilizante, una semana después del trasplante y llegando a su fin el 18 de diciembre del 2012, una semana antes de la cosecha.

#### **Tutoreo**

El tutoreo se llevó a cabo usando trozos de carrizo y estambre. Se colocó 1 estaca de carrizo a cada planta y pequeños trozos de estambre colocado a lo largo del tallo sujetado por las estacas de modo que la planta de crisantemo tuviera soporte.

#### **Control fotoperiódico**

La iluminación suplementaria se inició el 24 de septiembre colocando 2 focos de 100 W a lo largo de la cama programado con un timer para encenderse de 10 PM a 2 AM para provocar en las plantas una condición vegetativa y un buen desarrollo. Esta actividad llegó a su fin el 23 de octubre.

Los días cortos se iniciaron el 24 de octubre, cubriendo la cama completa con un plástico de color negro para provocar oscuridad en la misma, con la finalidad de provocar en las plantas una condición reproductiva. Las plantas se cubrieron de las 5 PM y hasta las 8 AM. Esta actividad llegó a su fin el 29 de diciembre.

## Cosecha

Después de 110 días de iniciado el experimento se realizaron 3 labores de cosecha de tallos: el 28 y 29, de diciembre del 2012 y la ultima el 3 de enero del 2013. Esta fue realizada de manera manual.

### **Variables evaluadas**

Las variables medidas al finalizar el estudio incluyeron: altura, diámetro de tallo (evaluadas antes de la cosecha) número de hojas, diámetro de inflorescencia, peso fresco y seco de tallo, hojas y raíz, e inflorescencia (evaluadas después de la cosecha) (**Cuadro 3**). Seleccionaron de manera dirigida las flores que se encontraban en el punto óptimo de corte en todos los tratamientos cuando la inflorescencia tenía un diámetro de 10 cm.

<b>Variable evaluada</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Forma de evaluación</b>
Altura de la planta	ALT	La altura del tallo se midió a partir del punto de ramificación cerca del sustrato hasta la base de la inflorescencia, con una cinta métrica.
Diámetro del tallo	DA(5cm), DB(20cm), DC(40cm), DD (parte apical del tallo)	El diámetro se midió con un vernier, a diferentes distancias desde la base hasta la parte más alta cercana de la inflorescencia.
Número de hojas	NH	Se contabilizó el número total de hojas verdes, sin daño físico aparente, desde la base del tallo hasta la parte baja de la inflorescencia.
Peso fresco del tallo	PFT	Se cortaron los tallos en segmentos, inmediatamente después del corte se pesaron en una báscula digital.
Peso fresco de hojas	PFH	Se separaron las hojas de manera individual y se pesaron en una báscula inmediatamente después del corte.
Peso fresco de raíz	PFR	Se retiró completamente el sustrato de la raíz a

		presión con agua y se pesaron en una báscula.
Peso seco del tallo	PST	Se sometieron a 70 °C durante 24 h en una estufa de secado para obtener la materia seca colocándolos en bolsas de papel, para después ser pesadas en una báscula.
Peso seco de hojas	PSH	Se colocaron las hojas en una bolsa de papel en estufa de secado y pesando posteriormente.
Peso seco de raíz	PSR	Se colocaron las raíces en una bolsa de papel y se llevaron a una estufa de secado, para después ser pesadas en una báscula
Diámetro de flor	DIAMFLOR	Se utilizó un vernier digital tomando en cuenta diámetro polar y ecuatorial.
Peso fresco de flor	PFF	Se seleccionaron las inflorescencias de cada tratamiento en el punto de corte óptimo, y fue llevada para pesarla en una báscula de inmediato.
Peso seco de flor	PSF	Se colocaron las flores en una bolsa de papel y se llevaron a una estufa de secado, para después ser pesadas.

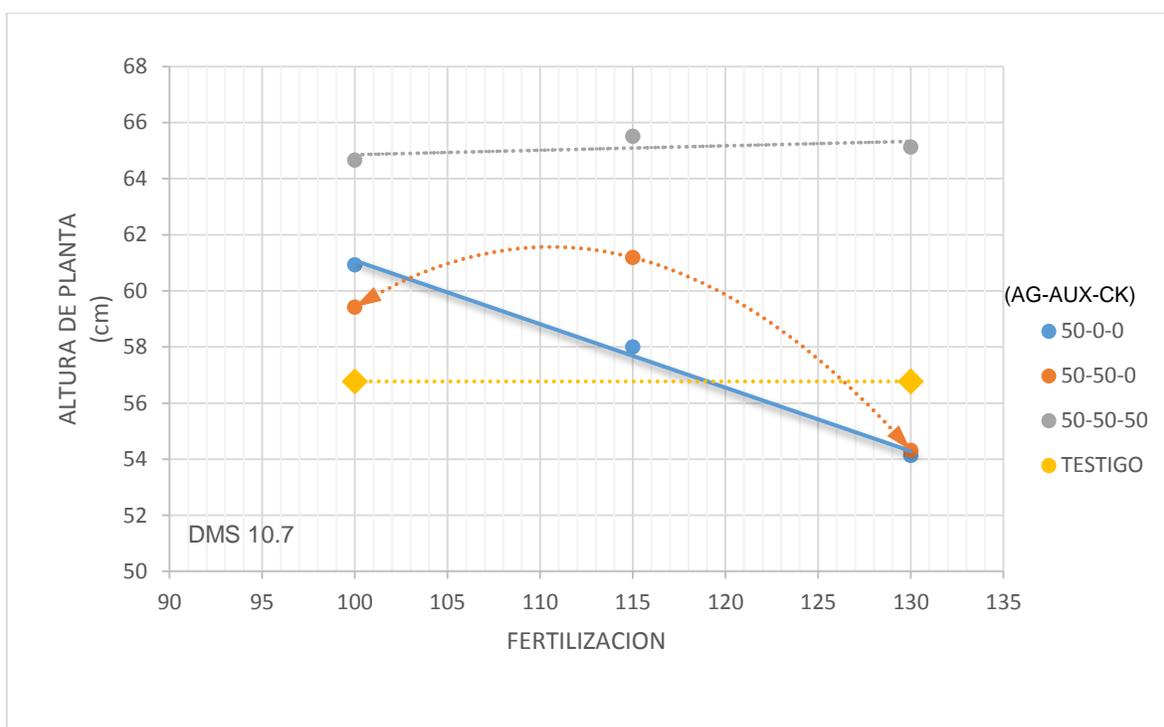
**Cuadro 3.** Muestra las variables evaluadas en el experimento

### **Diseño Experimental**

El diseño experimental que se utilizó para el experimento fue un completamente al azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron mediante Anova y la prueba de Tukey. El análisis estadístico fue realizado en el programa SAS.

#### IV. RESULTADOS

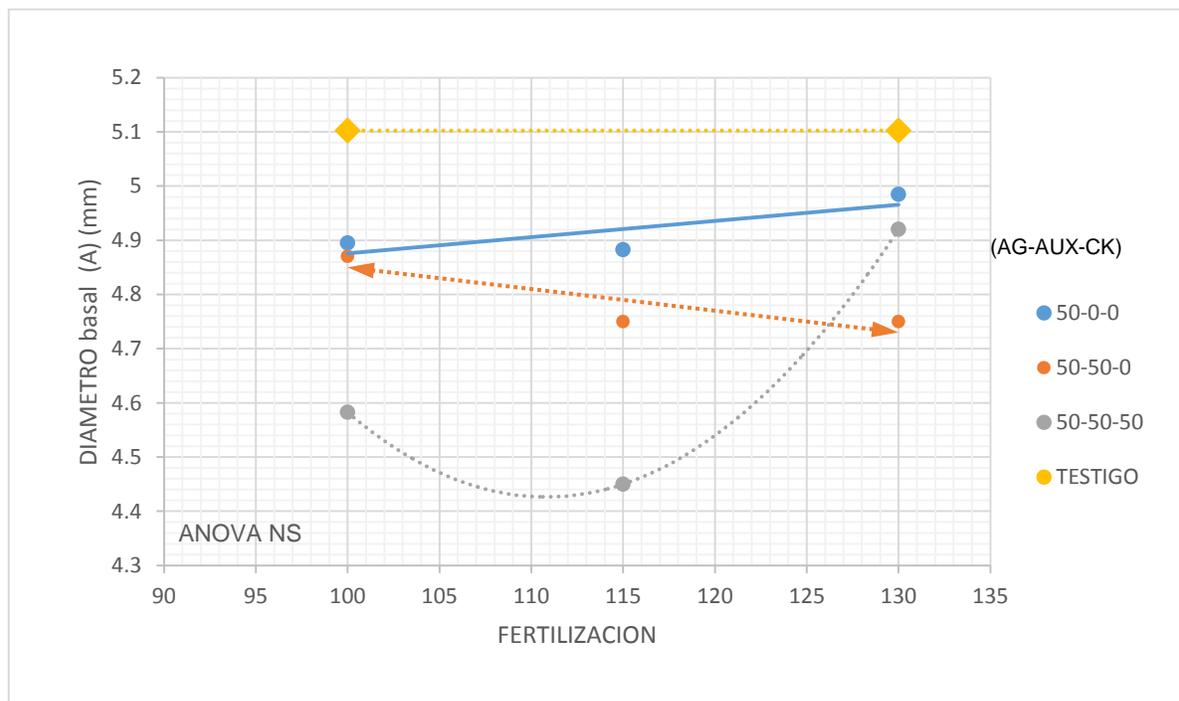
La aplicación de productos hormonales vía foliar elevó la altura de las plantas con excepción de aquellas que recibieron la dosis 50-0-0 y 50-50-0 combinado con las dosis más alta de fertilización (**Fig. 12**). Sin embargo, las plantas de mayor altura se obtuvieron cuando la aspersion se hizo con 50-50-50 sin importar la dosis de fertilización.



**Figura 12.** Efecto de productos hormonales y fertilización de la altura (cm) promedio de plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y

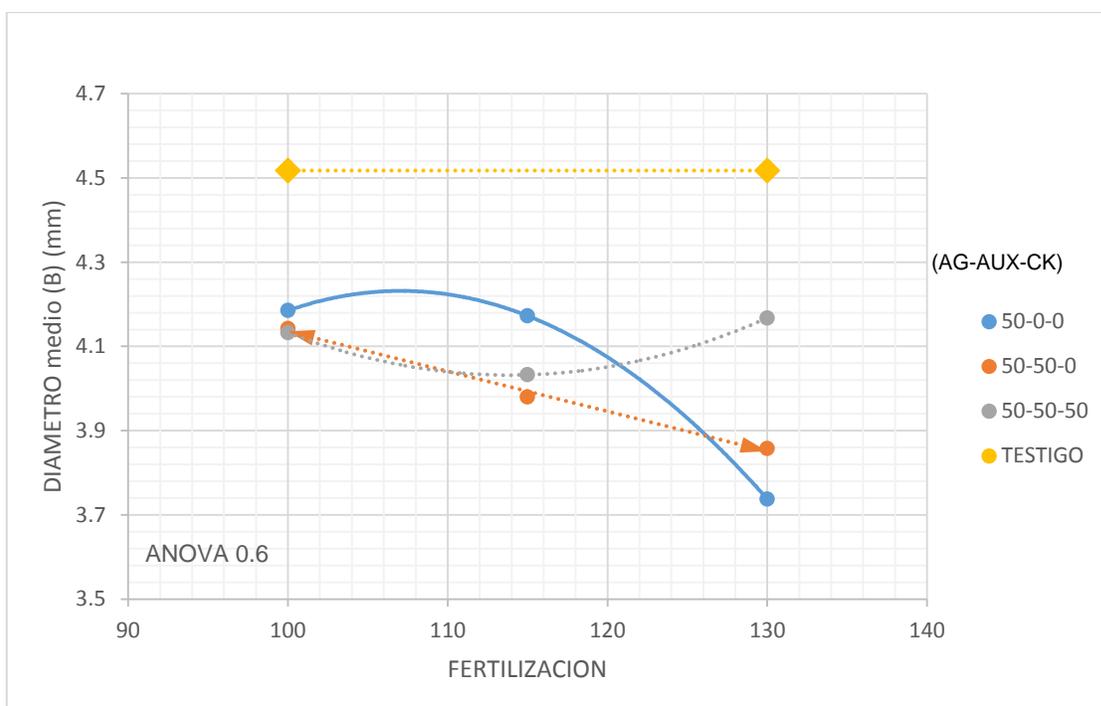
130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm de cada una.

La dosis de hormonas aplicadas disminuyó el diámetro basal del tallo en comparación con el testigo, siendo este el mejor tratamiento (**Fig. 13**). Sin embargo al aplicar una dosis mayor de fertilización hubo una recuperación parcial en aplicaciones a plantas con 50-0-0 y 50-50-50 en comparación con plantas tratadas con 50-50-0.



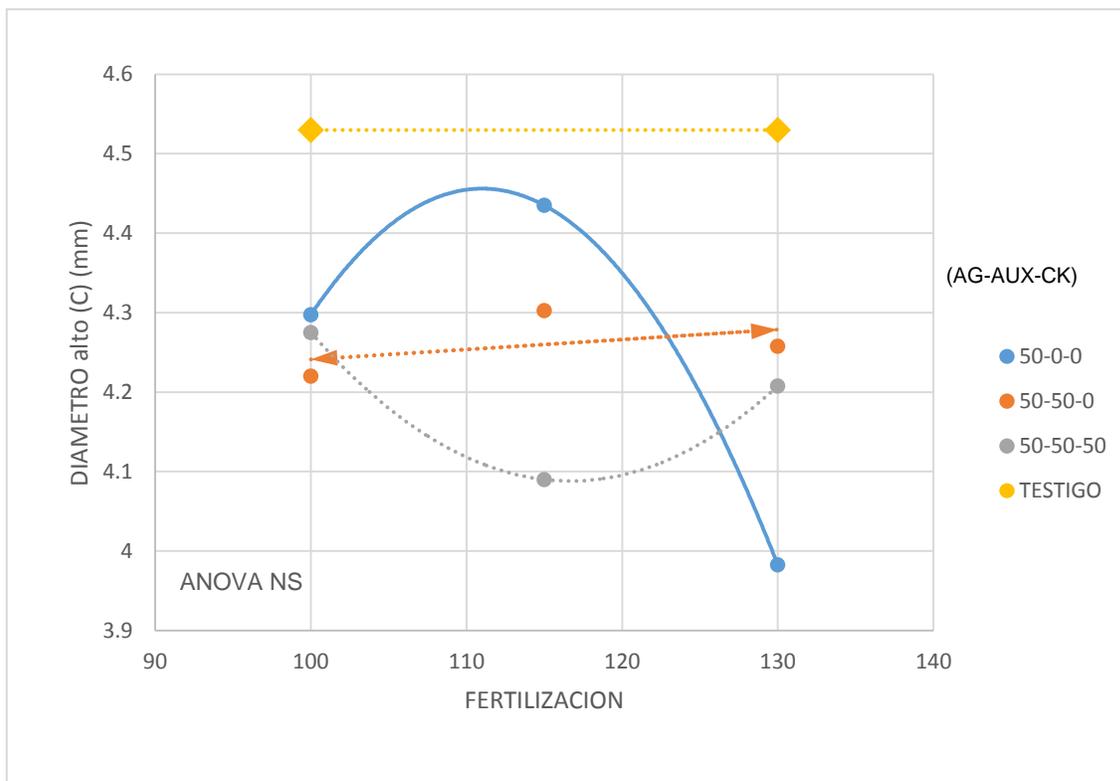
**Figura 13.** Efecto de la aplicación de hormonas de crecimiento y fertilización de la planta de crisantemo para diámetro basal (A). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

Se presentó una disminución en diámetro medio del tallo en plantas a 20cm, en comparación con el testigo (**Fig. 14**). En cambio conforme se aumentando la dosis de fertilización en los tratamientos, al aplicar las hormonas se redujo el diámetro del tallo.



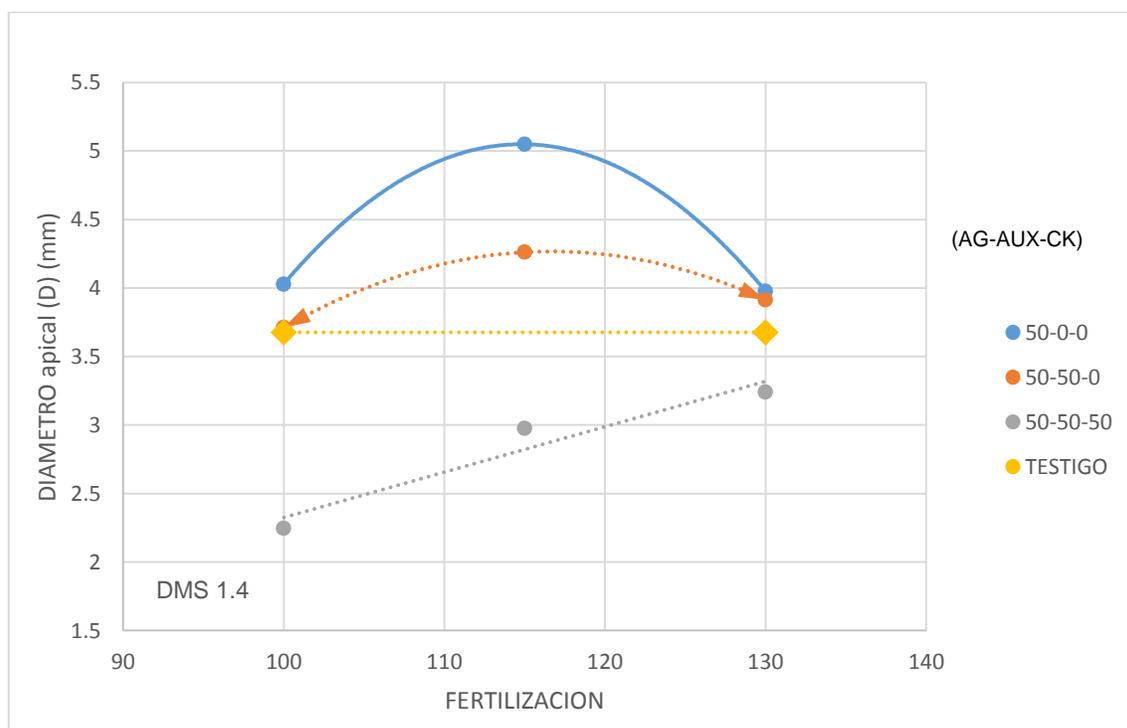
**Figura 14.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro diámetro medio (B). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

El testigo superó a todos los tratamientos. Pero en el diámetro parte (C) (Fig. 15), cuando se aplicó el 15% más de la fertilización y una aspersion en plantas de 50-0-0 el diámetro se recuperó casi igualando al testigo.



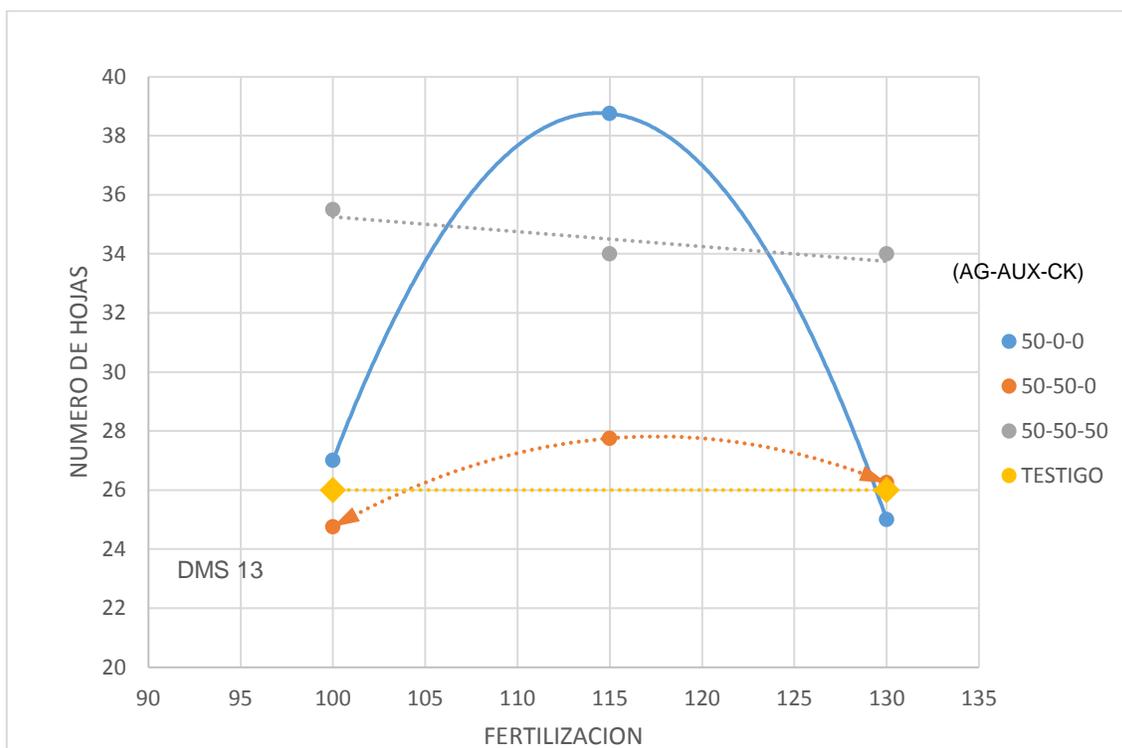
**Figura 15.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro (C). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

La aspersión de hormonas tuvo aumento en el diámetro apical de las plantas con tratamiento 50-0-0 y 50-50-0 (**Fig. 16**). Al aumentar un 15% de fertilización se observó un incremento en el diámetro apical para ambos. El tratamiento de plantas con 50-50-50 quedó cerca del testigo cuando se elevó la fertilización en un 30%.



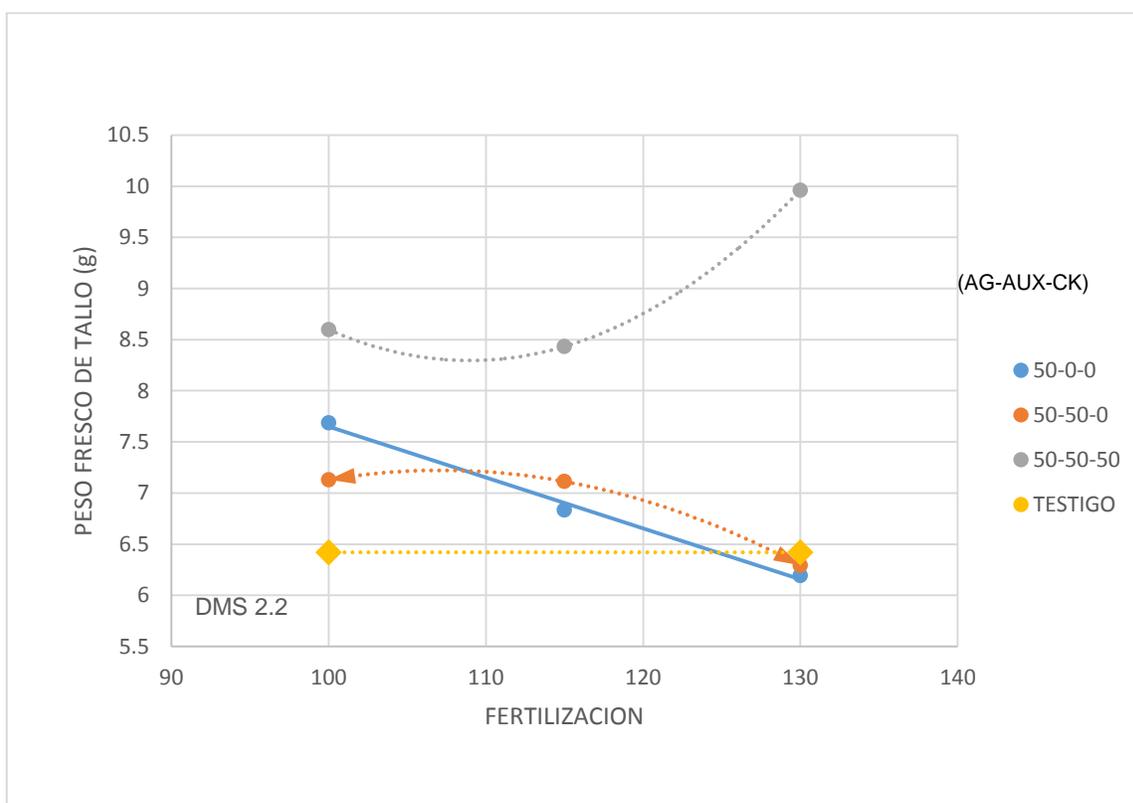
**Figura 16.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro (D). Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

El uso de hormonas de crecimiento incremento el número de hojas de la planta de todos los tratamientos en comparación con el testigo (**Fig. 17**). Pero las plantas tratadas con 50-0-0 superaron al resto de los tratamientos cuando se aplicó el 15% más de fertilización. Así mismo el tratamiento de plantas con 50-50-50 se mantuvo elevado sin expresar cambios con dosis de fertilización. Las plantas tratadas 50-50-0 expresa un cambio leve en 15% de fertilización.



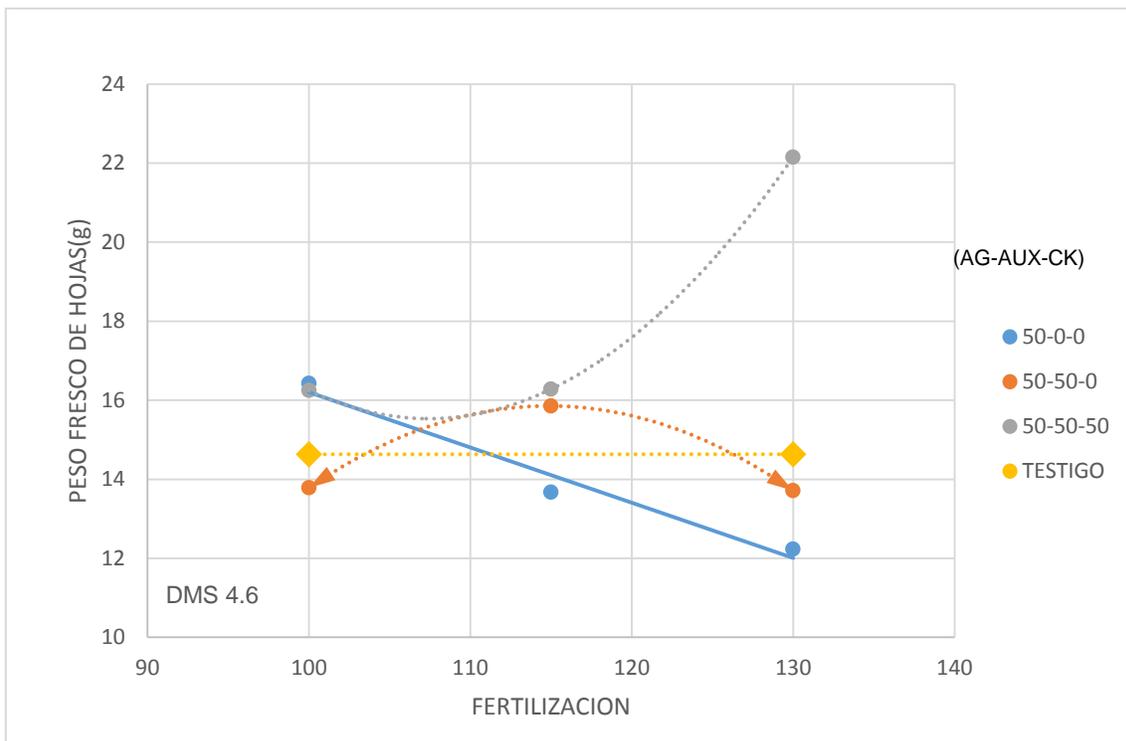
**Figura 17.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en el número de hojas en crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

Hubo un incremento el peso fresco del tallo con la aplicación de hormonas de crecimiento dejando por abajo al testigo (**Fig. 18**). Al aplicar la combinación para plantas de 50-50-50 hubo un incrementó al aplicar el 30% más de la fertilización. A diferencia de plantas con una dosis de 50-50-0 y 50-0-0 que a mayor dosis de fertilización menor peso fresco del tallo.



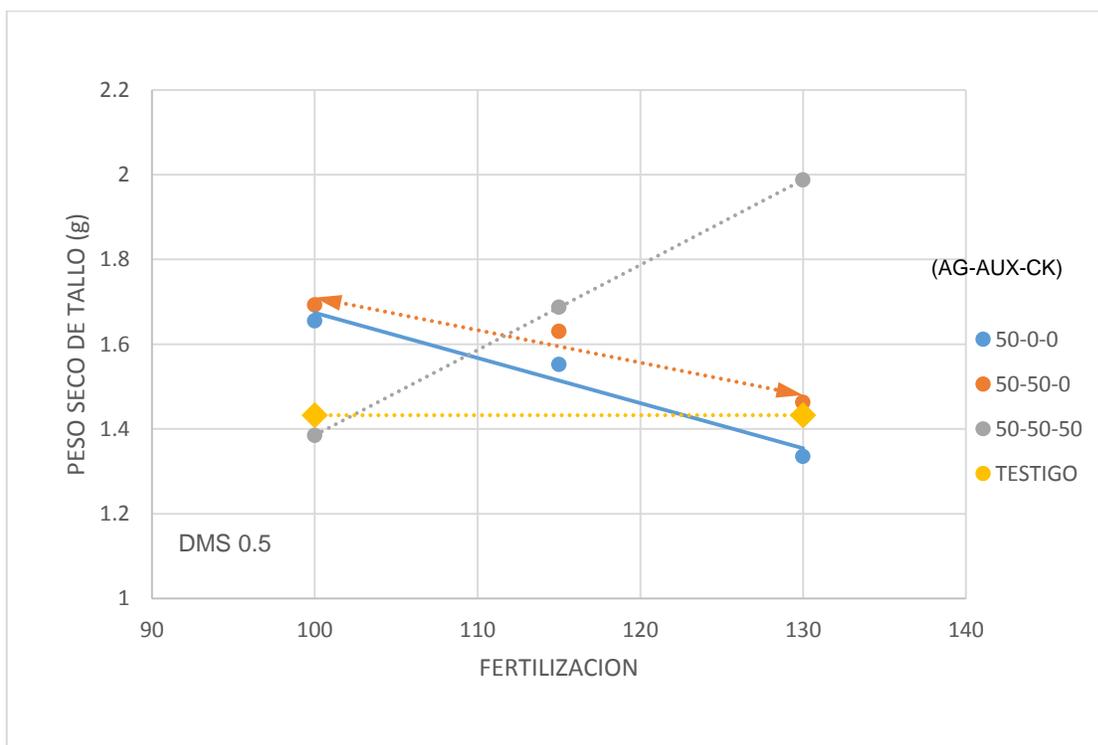
**Figura 18.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco tallo en (g) promedio en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK con 50 ppm cada una.

Se mostró un aumento de peso fresco de hojas al asperjar hormonas de crecimiento en plantas asperjadas con el tratamiento 50-50-50, y 50-50-0 estas últimas plantas mostrando disminución al subir la dosis máxima de fertilización (**Fig. 19**). En cambio la aplicación en plantas con 50-0-0 mostró un declive constante sin mostrar cambios en dosis de fertilización.



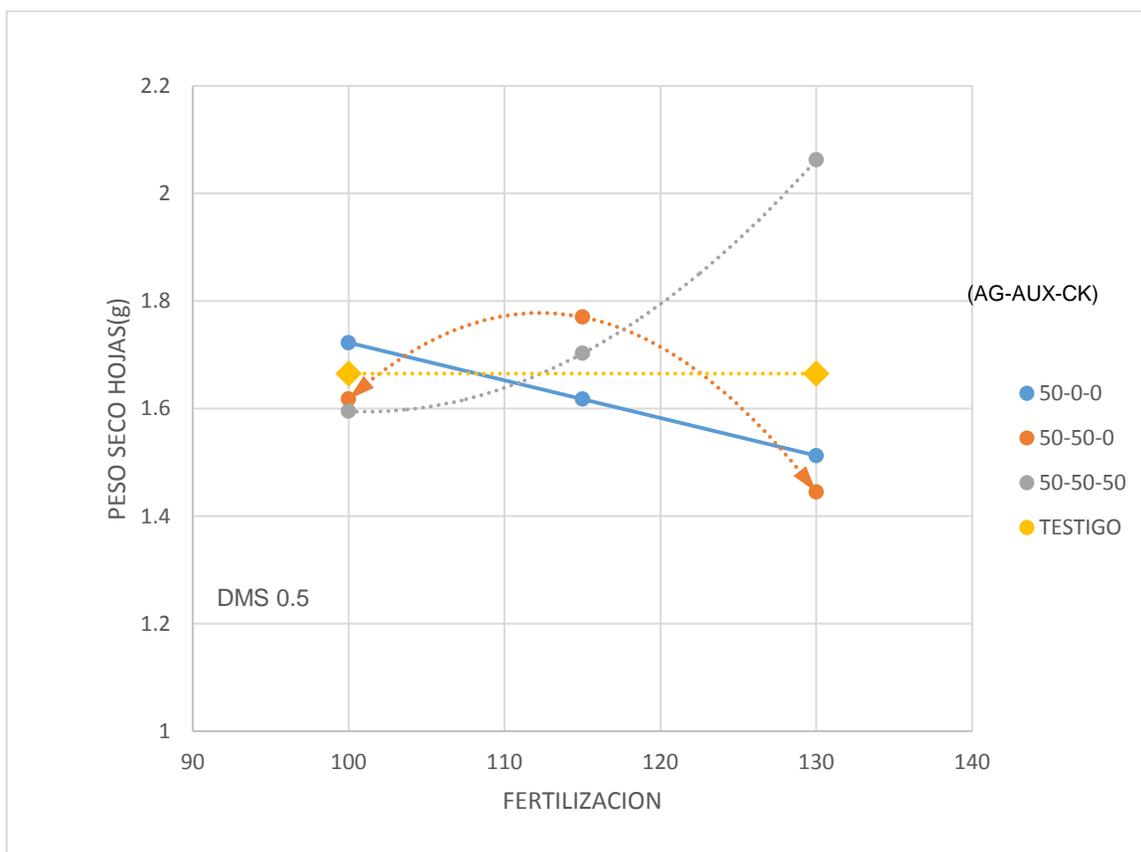
**Figura 19.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco de hojas (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

Aumentó la materia seca en tallo al aplicar reguladores de crecimiento en el tratamiento de plantas con 50-50-50, mostrándose como el mejor en proporción con la fertilización de un 30% más (**Fig. 20**). En cambio hubo una reducción en plantas con los tratamientos 50-50-0 y 50-0-0 conforme aumentaba la dosis de fertilización.



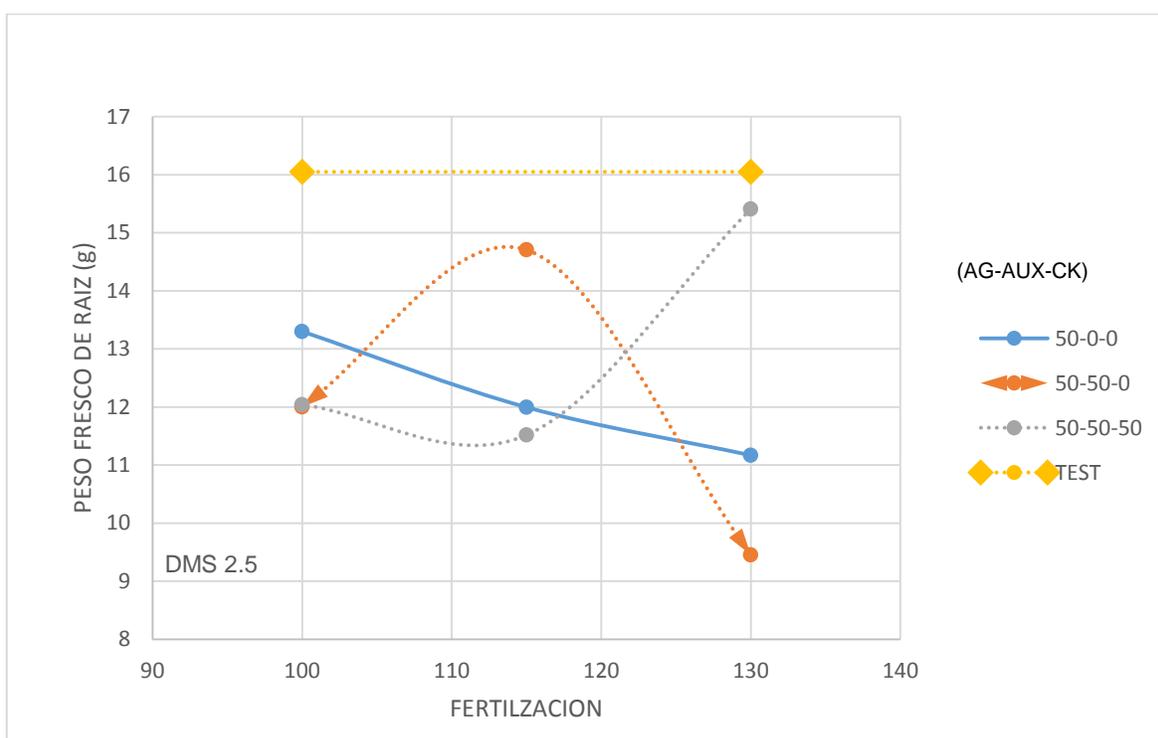
**Figura 20.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco tallo (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

Hubo un aumento de peso seco de las hojas con aspersiones de hormonas mostrándose como el mejor en plantas tratadas con 50-50-50 (**Fig. 21**). Lo que no ocurre con dosis de 50-0-0 que se muestra en descenso constante al aumentar la dosis de fertilizante.



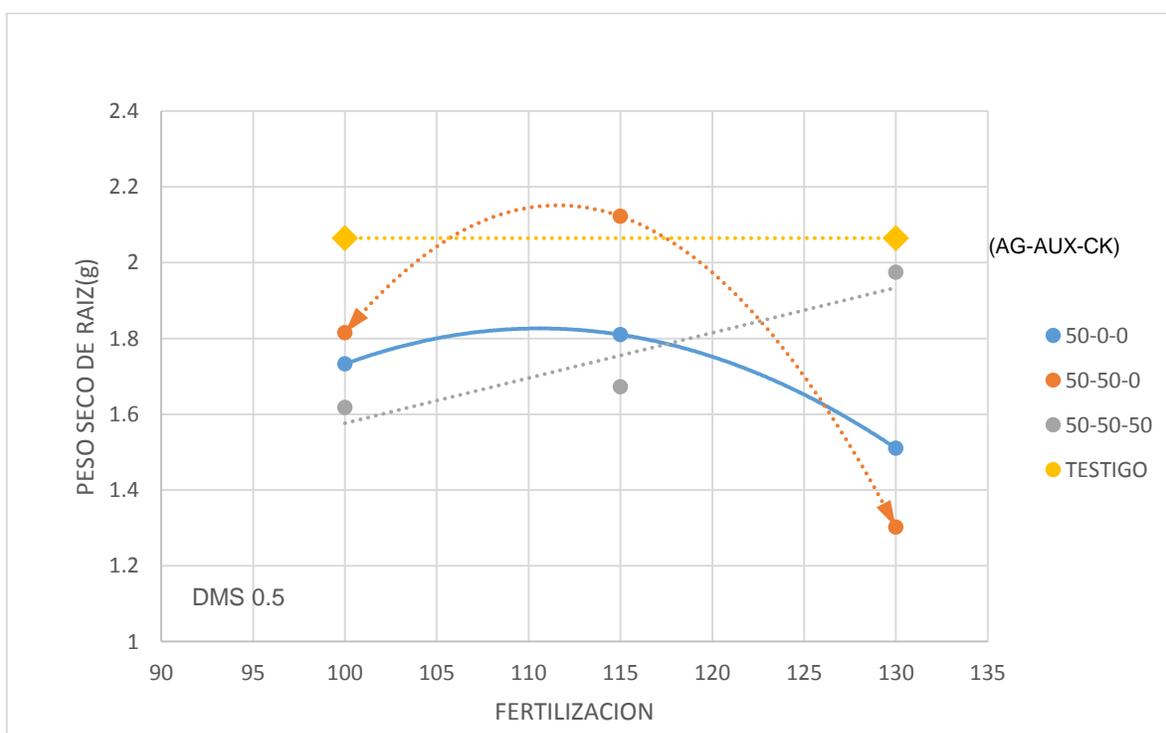
**Figura 21.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco hojas (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

Se disminuyó el peso fresco de raíz con la aplicación de productos hormonales donde el testigo resulta ser el mejor tratamiento (**Fig. 22**). Pero el tratamiento de plantas con dosis 50-50-50 muestra una mejoría al elevar la dosis de fertilización un 30% más. Sin embargo el tratamiento de plantas con 50-50-0 se ve favorecido al incrementar la dosis de un 15%.



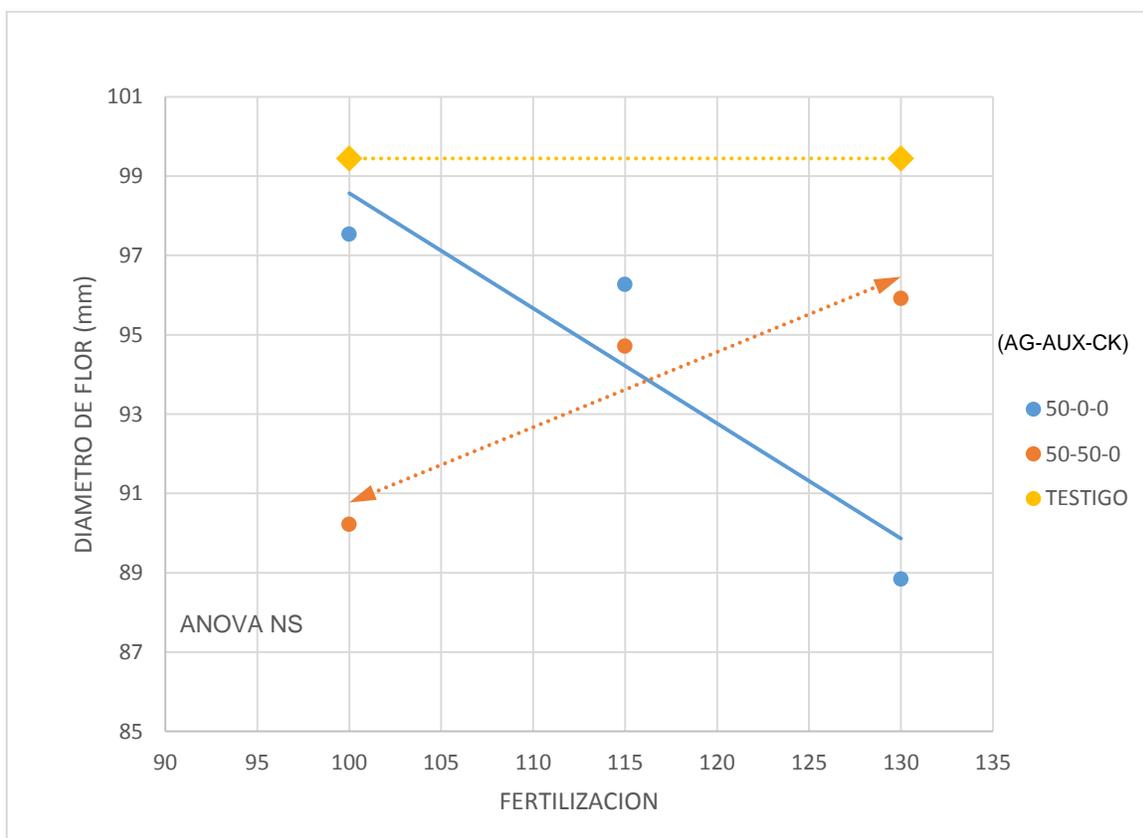
**Figura 22.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco raíz (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

La aplicación de hormonas en aspersión aumento el peso seco de raíz en el plantas con tratamiento 50-50-0 en un 15% de fertilización (**Fig. 23**), pero al aumentar la dosis un 30% disminuye y también el resto de los tratamientos.



**Figura 23.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco raíz (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas (AG-AUX-CK) a 50 ppm.

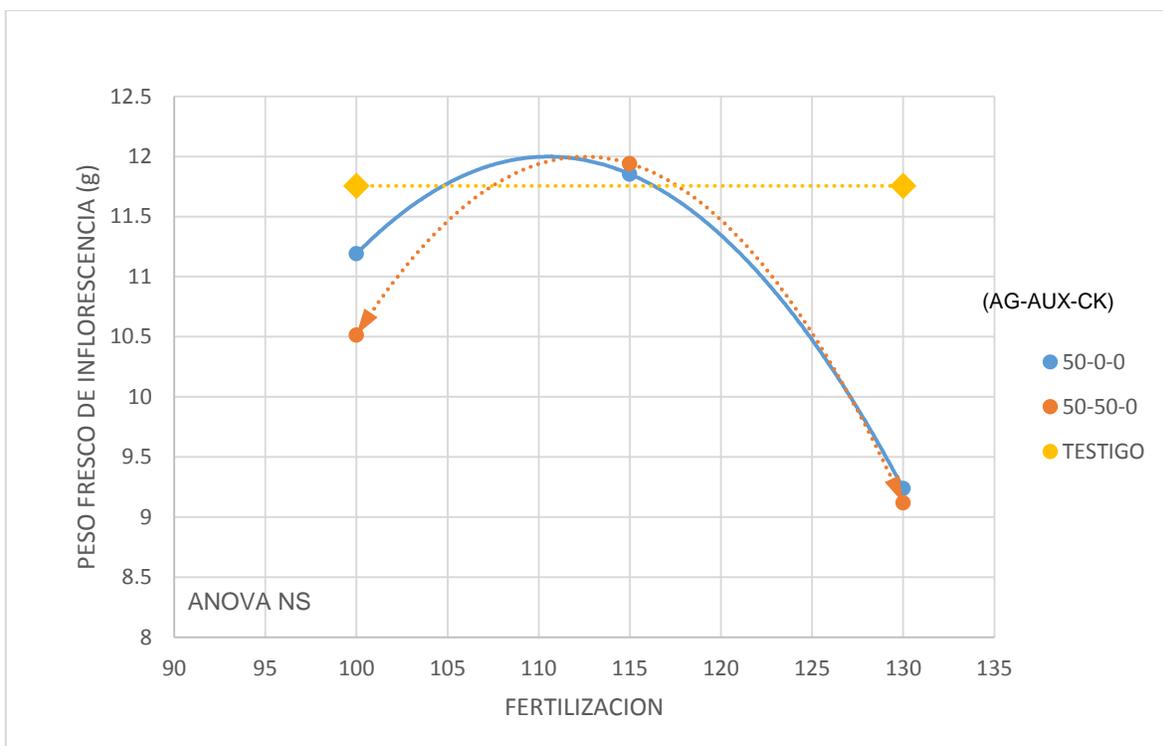
Se mostró una disminución en el diámetro de la flor al aplicar reguladores de crecimiento siendo el testigo el mejor (**Fig. 24**). En una aspersión en plantas de 50-0-0 disminuye el diámetro al incrementar la dosis de fertilizante, pero en el tratamiento en plantas de 50-50-0 al aumentar el fertilizante aplicado aumenta el diámetro, sin embargo no alcanza el testigo. El tratamiento de plantas con 50-50-50 no se encuentra en la gráfica debido a que no presentó flor al interrumpir el experimento por helada.



**Figura 24.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en diámetro de inflorescencia (mm) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%,

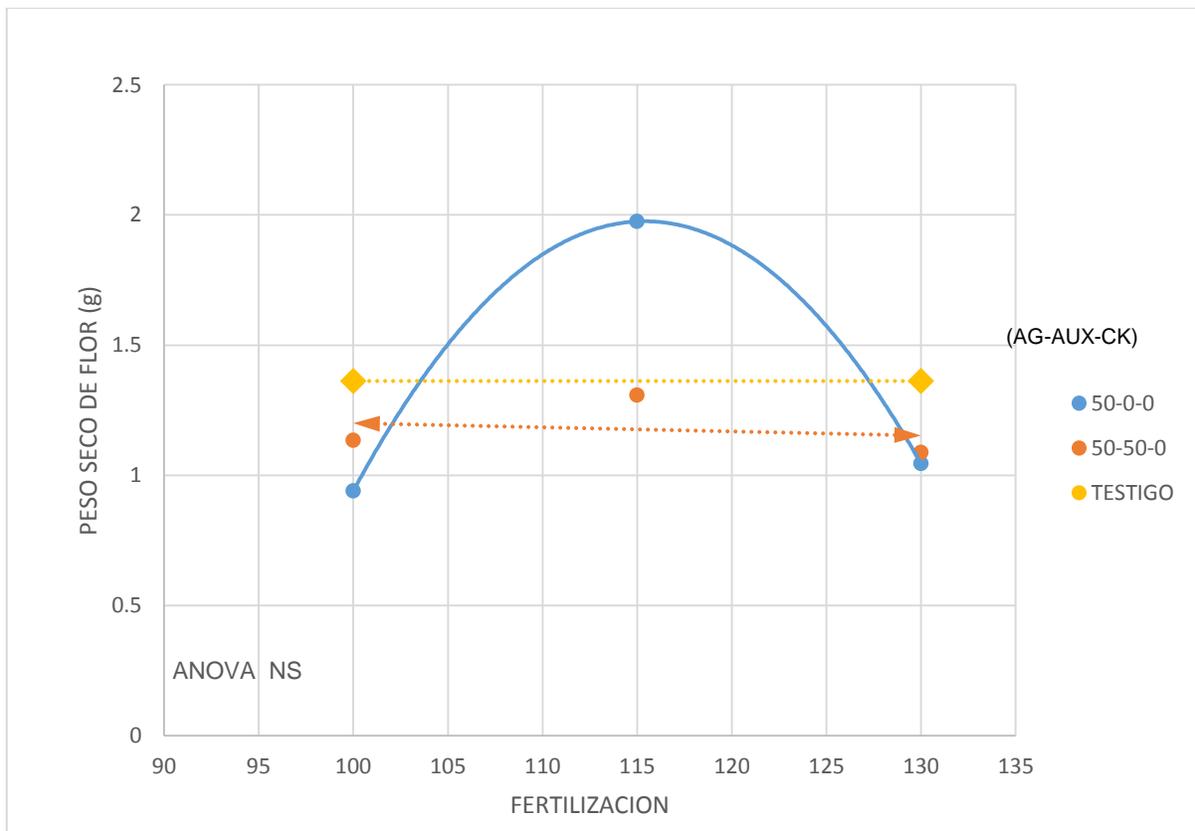
115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

Se aumentó el peso fresco de la flor con aplicaciones de hormonas en plantas con tratamientos 50-50-0 y 50-0-0 en una dosis de fertilización de 15% más (**Fig. 25**). Pero al aumentar a un 30% se reduce notablemente quedando el testigo por encima de ellos.



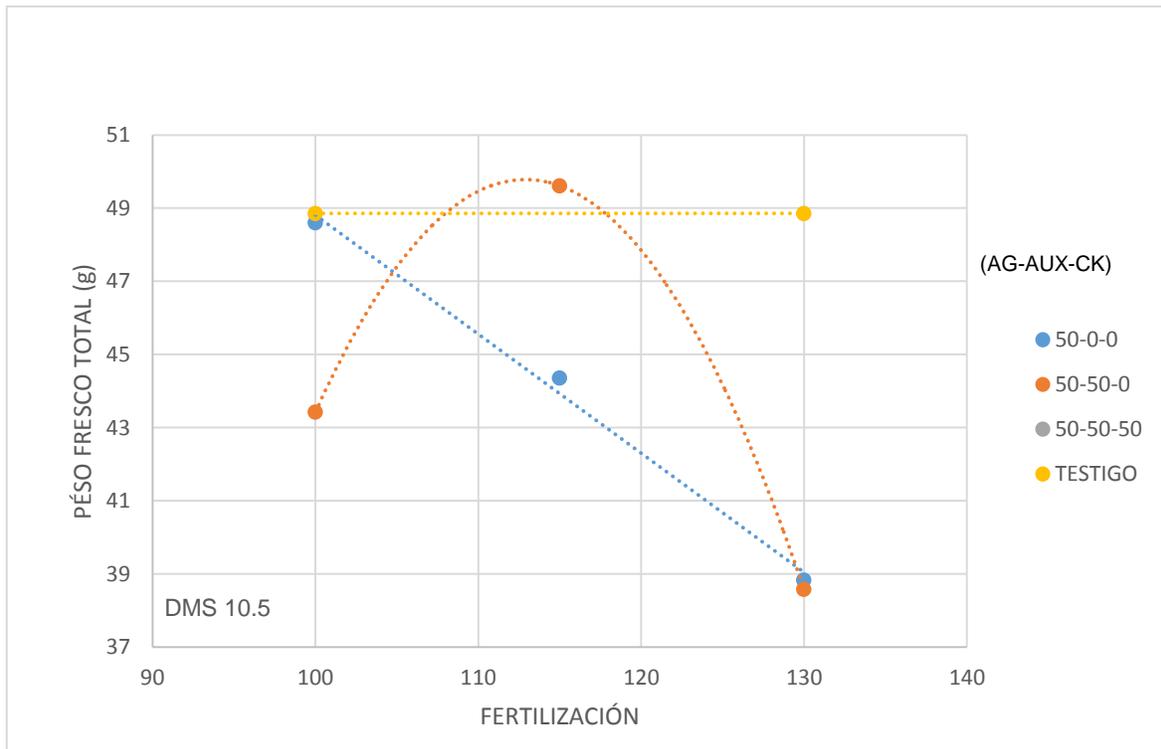
**Figura 25.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso fresco de inflorescencia (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

Se incrementó el peso seco de la flor al asperjar reguladores de crecimiento, en plantas con el tratamiento 50-0-0 con una dosis de 15% de fertilización (**Fig. 26**). En cambio el tratamiento de plantas con 50-50-0 no mostró cambios en fertilización.



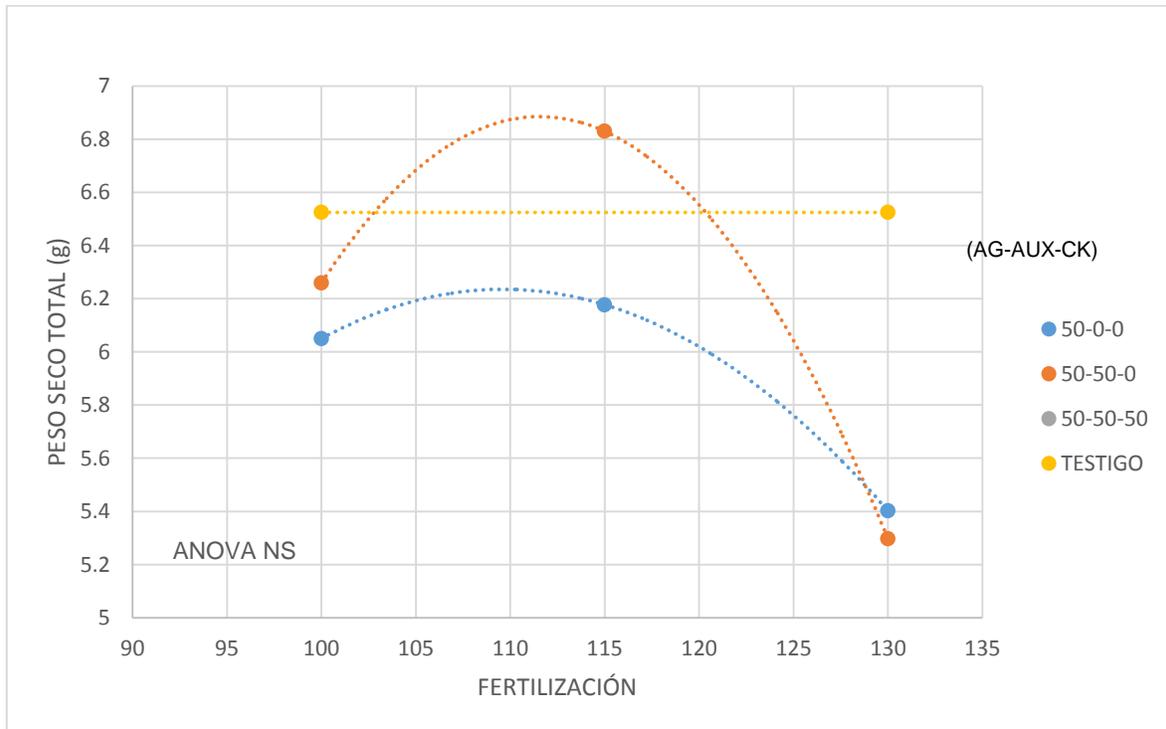
**Figura 26.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización en peso seco de inflorescencia (g) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

La aplicación de complementos hormonales incrementa el peso fresco total cuando se aplica un 15% de fertilización más en plantas con el tratamiento 50-50-0, pero al incrementar la dosis a un 30% se reduce drásticamente (**Fig. 27**). Lo que ocurre en declive constante de la curva en plantas con el tratamiento 50-0-0 sin mostrar cambios en dosis de fertilización.



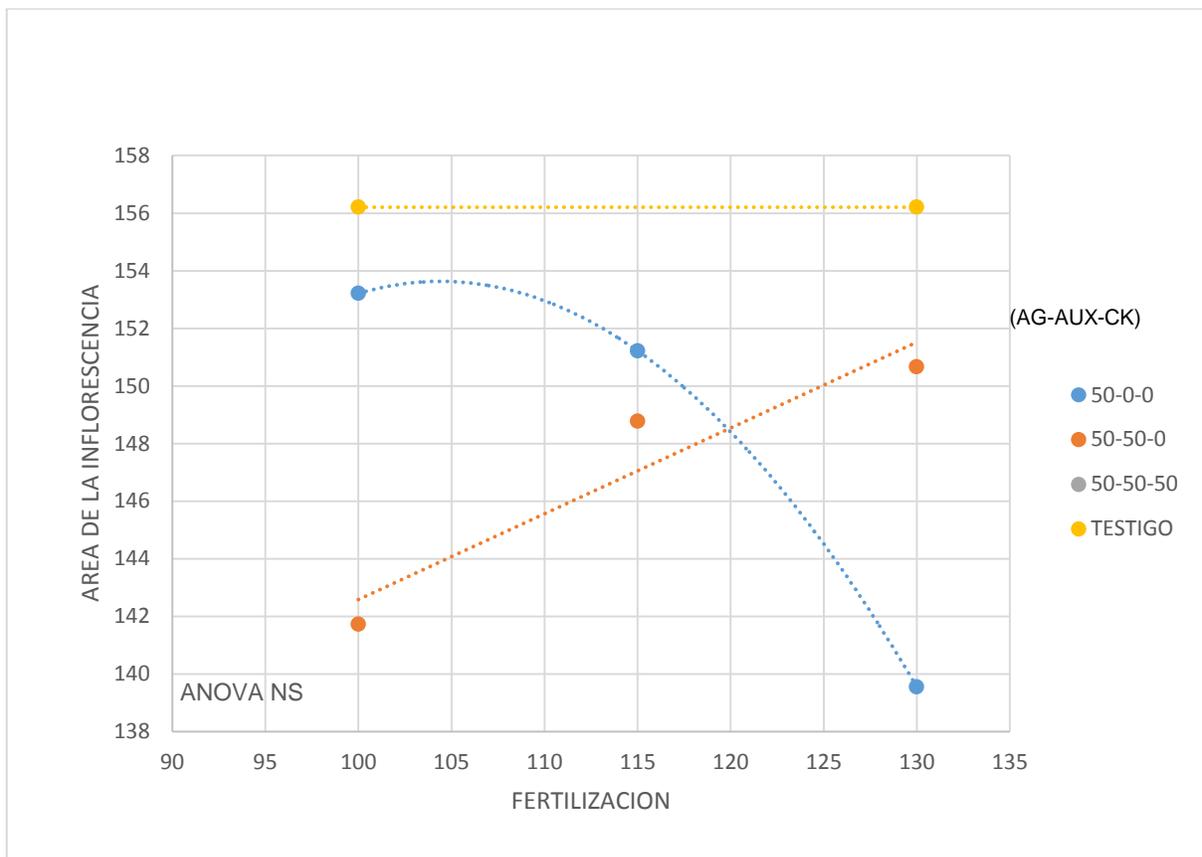
**Figura 27.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización del peso fresco total en (%) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

Se favoreció el peso seco total con la fórmula de hormonas en plantas con 50-0-0 y 50-50-0 está en mayor número cuando se aplicó un 15% más de la fertilización base (**Fig. 28**); y reduciéndose en gran medida el elevar 30% de fertilización.



**Figura 28.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización del peso seco total en (%) en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

Se redujo el área de la flor con la aplicación de hormonas de crecimiento, resultando el testigo con mayor área en flor (**Fig. 29**). En cambio el tratamiento de plantas con 50-50-0 nunca dejó de incrementar en relación al aumento de dosis de fertilizantes. En el tratamiento de plantas 50-0-0 la fertilización base le favoreció en gran medida.



**Figura 29.** Efecto de hormonas de crecimiento y fertilización, en el área de inflorescencia en plantas de crisantemo. Las plantas con fertilización 100%, 115% y 130% fueron combinadas con mezclas de hormonas AG, AUX, CK a 50 ppm cada una.

## V. DISCUSIÓN

La altura de las plantas es un parámetro importante porque muestra de manera indirecta que la planta absorbió los nutrientes suficientes durante su crecimiento para estar vigorosa y así comenzar la etapa de reproducción. El tratamiento de plantas con 50-50-0 y 50-0-0 conforme se aumentó la fertilización causó la disminución de la altura, sin embargo plantas que recibieron la dosis 50-50-50 tuvieron una mayor altura, sin importar la fertilización. Esto coincide con Guzmán (2013) cuando cita a Ibrahim et al. (2007) al aplicar hormonas de crecimiento en el cultivo de haba con AIA, BA y AG, obteniendo buenos resultados en la variable altura. El AG mostró mayor altura siendo la principal hormona vegetal responsable de la elongación celular. El crisantemo tiende a formar tallos altos cuando el fotoperiodo es corto, condición característica del invierno (Gaytán-Acuña et al., 2006). También en un trabajo con cerezo en una mezcla de 6-benciladenina + AG<sub>4</sub> y AG<sub>7</sub> mejora el desarrollo de rama lateral en árboles de cerezo jóvenes. Siendo una combinación de la solución de AG + CK para mejorar en gran medida el número de brotes desarrollados (Elfving et al., 2007).

El diámetro de los tallos puede estar relacionado con la conducción de los nutrientes. Es dependiente del vigor para sostener el peso de la inflorescencia. Se presentaron diferencias en DA (diámetro basal), DB (medio), DC (alto), donde el testigo fue como el mejor tratamiento excepto en DD (apical) que al aplicar una fórmula de hormonas en plantas con una dosis de 50-0-0 y 50-50-0 con una mezcla de fertilización del 115%, las plantas resultó con un mayor diámetro. Las plantas con aplicación de AG mostraron mayor diámetro en la mayoría de los tratamientos. En trabajos con col ornamental y col (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) de los cultivares 'Osaka blanco' y 'Nagoya Red' fueron tratados con paclobutrazol y uniconazol como pulverizaciones foliares o aplicaciones al suelo. Se reporta que con uniconazol en aplicaciones foliares de 2 a 8 mg / L fue efectivo en el control de altura (un 19%) y el diámetro (de 15%) en forma de pulverización foliar (James et al., 2000).

Mientras más hojas presenten la planta, se tiene una mayor superficie fotosintética y como consecuencia se espera una mejor capacidad productiva, la planta se presenta más vigorosa y sana como consecuencia de una buena nutrición. Las plantas que mostraron un mayor número de hojas fue cuando se aplicó una mezcla de fitohormonas 50-50-50 no mostrándose diferencia en fertilización, pero en plantas con 50-0-0, con un 15% de la fertilización mostró mayor incremento. Lo anterior coincide en un trabajo aplicando BA en el cultivo de haba, ya que obtienen el mayor número de hojas con 100 ppm de BA, AG, AIA con (34, 31, 30 hojas) respectivamente según (Guzmán, 2013).

Al evaluar el PFT y PFH se mostró un incremento en peso fresco de plantas con aplicación de fitohormonas con un tratamiento con 50-50-50, sobresaliendo con una fertilización de 30%. En cambio para el PFF todos los tratamientos muestran una interacción favorable, pero mejores resultados con 115% de fertilización. Plantas tratadas con 50-50-50 causó una función inhibitoria del crecimiento de botón floral, lo cual coincide con un trabajo en donde se aplicó  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{AG}_3$  cuando se pulverizó sobre las hojas de melocotón (*Prunus pérsica*) cv. Bayuecui donde los resultados mostraron que los órganos florales se inhibieron durante la etapa de inducción floral. También  $\text{AG}_1$  en la familia de las giberelinas fue el supresor de inducción floral en melocotón. ( Jin Liang et al., 2008).

La raíz es un órgano que cumple su función de fijar la planta, absorber agua y nutrientes, acumulando sustancias de reserva. En PFR las plantas del testigo fue el mejor tratamiento. Sin embargo las plantas tratadas con 50-50-50 acercan casi igualando al testigo cuando se aplicó 30% de la fertilización.

Cuando se toma en cuenta el peso seco de las plantas de crisantemo se presentan resultados favorables con la aplicación de fitohormonas ya todos los tratamientos elevan el contenido de biomasa.

Al evaluar la variable de PST de las plantas mostraron que conforme se aumenta la fertilización 30% con una dosis de hormonas 50-50-50, las plantas aumenta el contenido de biomasa. Mostrándose algo muy similar en PSH las plantas presentán beneficios aunque en menor número en tratamientos de plantas

con 50-50-0 y 50-0-0 con solo el 100% de fertilización. Sin embargo para PSR también aumento la biomasa de las plantas con el tratamiento 50-50-0 elevando la dosis de fertilización un 15%. Esto coincide en un experimento con *Hydrangea macrophylla* (Thunb) cuando son utilizados para estudiar los efectos de aplicaciones foliares de Def 6 (tributil fosforotritioato, 2500, 5000, 7500 y 1000 mg L<sup>-1</sup>), (AG, 50 mg L<sup>-1</sup>), cobre -EDTA (CuEDTA, 0,5% y 1,0%), Florel (2000 mg L<sup>-1</sup>) y urea (3%). Llegando a resultados donde la combinación de urea con los aerosoles CuEDTA (cobre) disminuye los efectos adversos de CuEDTA sobre la calidad de la planta. En comparación con los controles (aspersión en planta con solo agua), rociar las plantas con Def 6 mostró mayor defoliación y no causó daños visibles en las plantas, tampoco tuvo efectos adversos sobre la calidad de la planta. (Guihong et al., 2009).

Uno de los parámetros más importantes fue el diámetro de flor (DIA FLOR). Las plantas al aplicar hormonas de crecimiento mostraron una disminución en el diámetro, siendo el testigo el mejor tratamiento. Sin embargo las plantas tratadas con 50-0-0 y una fertilización 100% se acercaron mucho al testigo. Algunas de las observaciones fueron que el testigo presentó un centro de color amarillo muy pálido, la inflorescencia de una forma más aplanada. En cambio obteniéndose una coloración amarillo oro en plantas que recibieron un tratamiento 50-0-0 y 50-50-0 con una inflorescencia de forma globular.

El contraste de color y forma compacta de la inflorescencia es muy apreciado por los productores y consumidores de crisantemo. Esto coincide con un trabajo realizado en crisantemos para evaluar la producción y calidad comparando un sistema de manejo integrado del cultivo (MIC) y un manejo tecnificado del cultivo (MTC). Consistió en la aplicación al suelo con diferentes dosis de fertilización y aplicación de B-Nine para reducir la longitud del tallo floral. Se observaron inflorescencias en MIC con centro de aproximadamente 4 cm, con una coloración amarillo oro (Yellow-Orange 17A) y en el MTC la periferia color amarillo muy pálido (Yellow 11C), las inflorescencias obtenidas en MIC tuvieron una forma globular a diferencia de las cosechadas en MTC. Siendo que las

inflorescencias de crisantemo con forma globular se consideran de mayor calidad (Kofranek, 2004). Sin embargo en un trabajo con el olivo (*Olea europaea* L.) los resultados muestran que los hidratos de carbono y nutrientes minerales pueden no tener un efecto directo para inducir la iniciación floral. Sin embargo, el nivel alto de AG 3 exhibió un efecto inhibitor sobre la formación de flores durante los periodos de inducción e iniciación floral. Por otra parte, las altas concentraciones de AG 4, el ABA y ciertos niveles de CK pueden tener un efecto positivo en la formación de flores del olivo durante los periodos de inducción e iniciación floral (Ulger, et al., 2004). Coincidiendo en plantas tratadas con 50-50-50 sin importar las diferentes dosis de fertilización, se retrasó la floración para el momento de la cosecha. Realizándose la cosecha de todas las plantas el 3 de enero del 2013 ya que las condiciones climáticas no nos permitieron evaluar los días de retraso. Pero también puede ser benéfico ya con aplicación de una dosis 50-50-50 a plantas de crisantemo sin importar la fertilización se pueden ahorrar costos en iluminación suplementaria para que la planta permanezca en una condición vegetativa, y así evitar una condición reproductiva. Obteniéndose un desarrollo óptimo de las plantas, ya que en la mayoría de las variables evaluadas esta combinación de hormonas en las plantas mostraba ser la mejor y haciendo uso de manera oportuna de alguna de las mezclas de hormonas 50-0-0, 50-50-0 para obtener la floración.

## **VI. CONCLUSIÓN**

Al aplicar hormonas de crecimiento en plantas de crisantemo como: (AG, AUX, CK) tuvo un efecto significativo en los principales parámetros de crecimiento evaluados y en calidad de flor; mostrándose como el mejor tratamiento cuando se aplica una mezcla de hormonas (AG 50- AUX 50- CK 0) de manera foliar con un 115% de fertilización química.

## VII. LITERATURA CITADA

- Alatorre, T. 2002. Hormonas de Crecimiento Vegetal y Usos Comerciales. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Arteca, R.N. 1996. Plant Growth Substances: Principles and Applications. Chapman and Hall, New York. 413 p.
- Basora, T. 2000. Plant Physiology. Sunderland, Cuarta Edición. Massachusetts, University of California, Los Angeles. 563 p.
- Bilou I. 2005. The PIN Auxin Efflux Facilitator Network Controls Growth and Patterning in Arabidopsis Root. *Journal of Plant Nutrition*. 433: 39–44 p.
- Brian, T. 2003. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Elsevier. Vol. 13:1011-1019 p.
- Elfving, D.C., Lang, G.A., y Visser, D.B. 2003. Prohexadione-Ca and Ethephon Reduce Shoot Growth and Increase Flowering in Young, Vigorous Sweet Cherry Trees. *HortScience*. 38: 293–298 p.
- Elfving, D. C., Dwayne, B. y Visser, D.B. 2007. Improving the Efficacy of Cytokinin Applications for Stimulation of Lateral Branch Development in Young Sweet Cherry Trees in the Orchard. *HortScience*. 42: 251 – 256 p.
- Fletcher, S. y Ubeda, T. 2008. Root Growth in Arabidopsis Requires Gibberellin/DELLA Signalling in the Endodermis. *Nat Cell Biol*. 10: 625–628 p.
- Gaytán Acuña, E. A., Ochoa Martínez D. L., García Velasco R., Zavaleta Mejía E., y Mora Aguilera G. 2006. Production and Quality of Chrysanthemum Flower. *TERRA Latinoamericana*. 24: 541-548 p.
- Guihong, B. y Carolyn, F. S. 2009. Effects of Fall Applications of Chemical Defoliant, Urea, and Gibberellic Acid on Defoliation in the Fall and Performance of Hydrangeas During Forcing. *HortScience*. 44:1604-1607 p.

- Guzmán Téllez, E. 2013. Curso de Uso Efectivo de Reguladores de Crecimiento en la Agricultura. Capacitación Agrícola (INTAGRI).
- INFOAGRO. 2009. Cultivo de Crisantemo. <http://www.infoagro.com/flores/flores/crisantemo.htm>.
- James, L. G., y Brian E. W. 2000. 250 Ornamental Cabbage and Kale Growth Response to Plant Growth Regulators. HortScience. 35: 434 p.
- Jin Liang, L., Yang, C. A., y Tian-hong, L. 2008. "Effect and Functional Mechanism of the Action of Exogenous Gibberellin on Flowering of Peach. Agricultural Sciences in China. 7: 1324-1332 p.
- Kofranek, A. M. 2004. Crisantemos de Corte. En: R.A. Larson (Editor). Introducción a la Floricultura. AGT Editores.
- Marosz, A. y Matysiak, R. 2005. Hormonas que Necesitan las Plantas para su Metabolismo. HortScience. 27: 977 – 989 p.
- Mauseth, J.D., 1991. Botany: An Introduction to Plant Biology. Cuarta Edición. Philadelphia, Saunders. 415 p.
- Navarro, W. y Perea, M. 2007. Técnicas In vitro para la Producción y Mejoramiento de Plantas. Segunda Edición. Editorial de la Universidad Nacional (EUNA). Heredia, Costa Rica. 105 p.
- Palma, T., y Montero, W. 2002. Curso de Biotecnología Orientada a la Micropropagación de Especies Tropicales con uso de Fitohormonas. Primera Edición. San Carlos, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 400 p.
- Peng Perez, B., y Dominguez, M.1999. Green Revolution Genes Encode Mutant Gibberellin Response Modulators. Journal of Agricultural Science. 400: 256–261 p.
- Ranwala Nicole, L., Finer, J. y Michelle, L. J. 2003. Postharvest Biology and Technology Benzyladenine and Gibberellic Acid Application Prevents

- Abscisic Acid-induced Leaf Chlorosis in Pansy and Viola. HortScience. 45: 925-933 p.
- Raven, P.H. 1992. Biology of Plants. Worth, New York. 24: 545-572 p.
- SAGARPA. 2010. Productores de Ornamentales. <http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/monografias/Ornamentos/Crisantemo.html>.
- SAGARPA. 2011. Superficie Mundial de Ornamentales. <http://www.siap.gob.mx/opt/123/90/89.html>.
- Salazar García, S. L., Cossio Vargas, E., González Durán, J. L. y Jiménez, C. 2007. Foliar-applied GA<sub>3</sub> Advances Fruit Maturity and Allows Off-season Harvest of 'Hass' Avocado. Lovatt HortScience.42: 257 – 261 p.
- Salisbury, F.D. y Ross, C.W. 1992. Plant Physiology. Belmont, C.A. Wadsworth. Journal of Agricultural Science 5:357-407 p.
- SIAP. 2012. Superficie Mundial de Ornamentales. <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- Smit, M., Meintjes, J., Jacobs, G., Stassen, P.J., y Theron, K. L. 2005. Shoot Growth Control of Pear Trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. HortScience. 106: 515–529 p.
- Steven McArtney, D. G., Schmidt, T. y Rongcai Y. 2013. Naphthaleneacetic Acid and Ethephon Are Florigenic in the Biennial Apple Cultivars Golden Delicious and York Imperial. HortScience. 48: 742 – 746 p.
- Ulger, L., Baktir, S. K., y Himelrick, D. G. 2004. Relationship of Seasonal Changes in Endogenous Plant Hormones and Alternate Bearing of Olive Trees. HortScience. 39: 987-990 p.
- Vanneste S, y Friml J. 2009. Auxin: A Trigger for Change in Plant Development. HortScience. 6: 1005–1016 p.